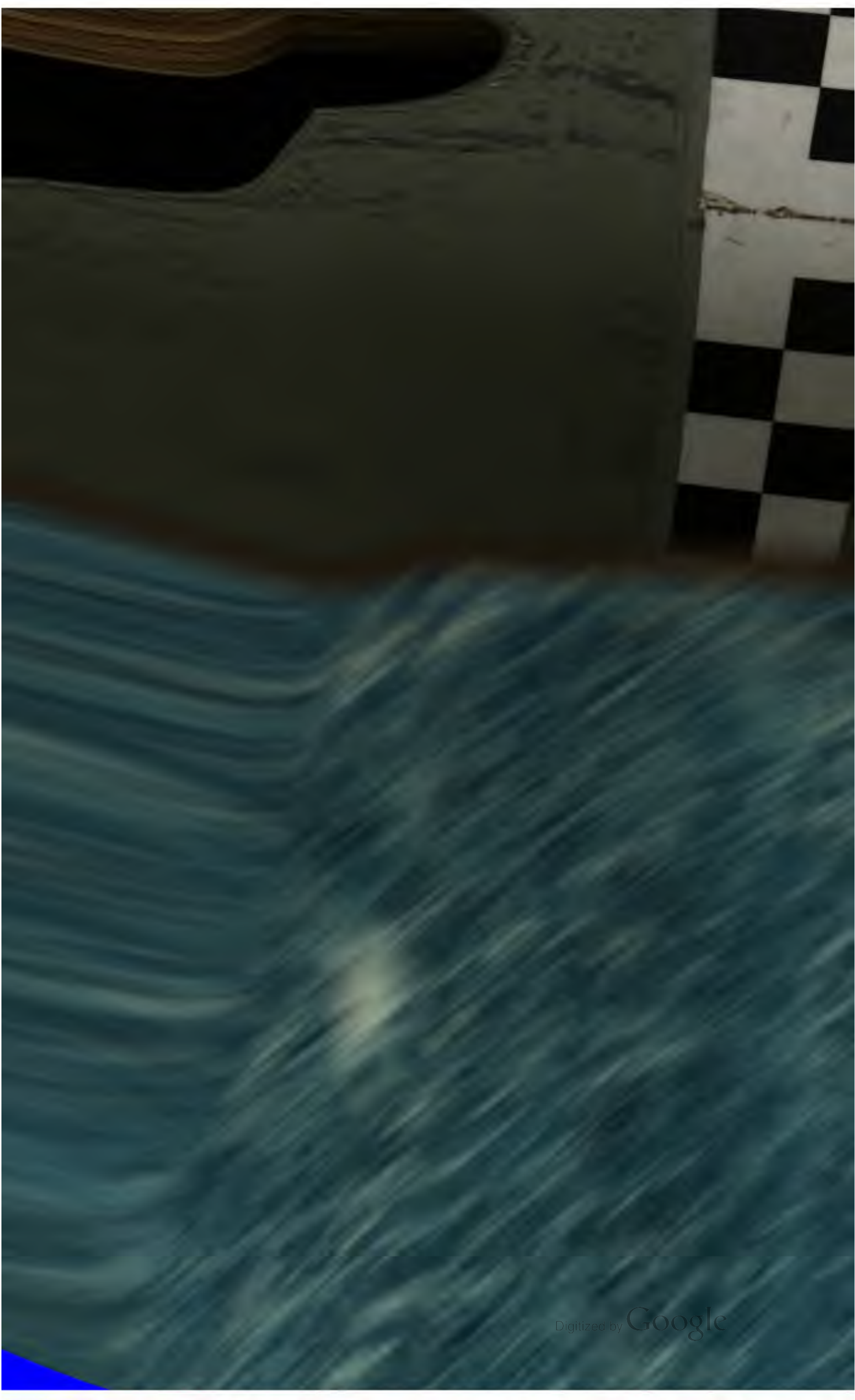
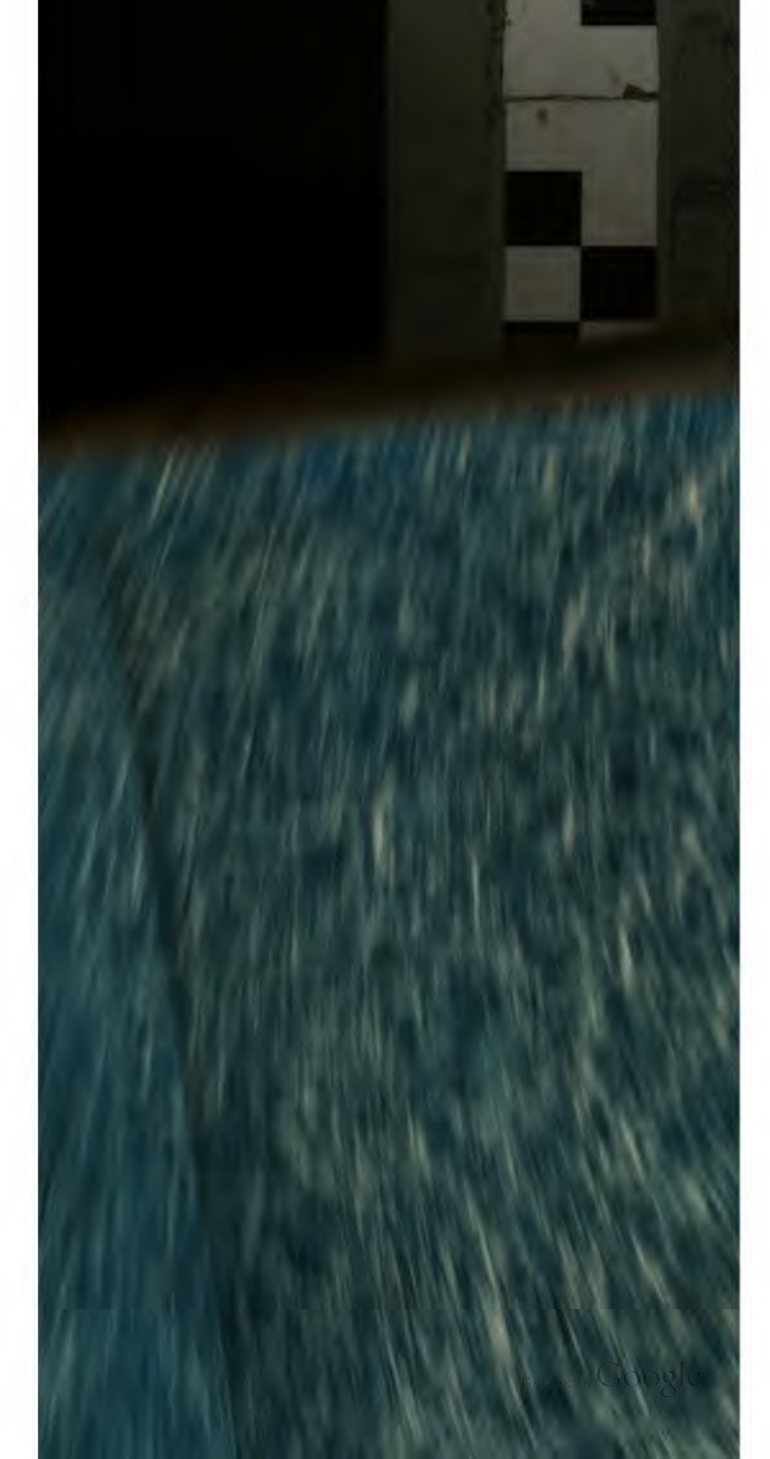
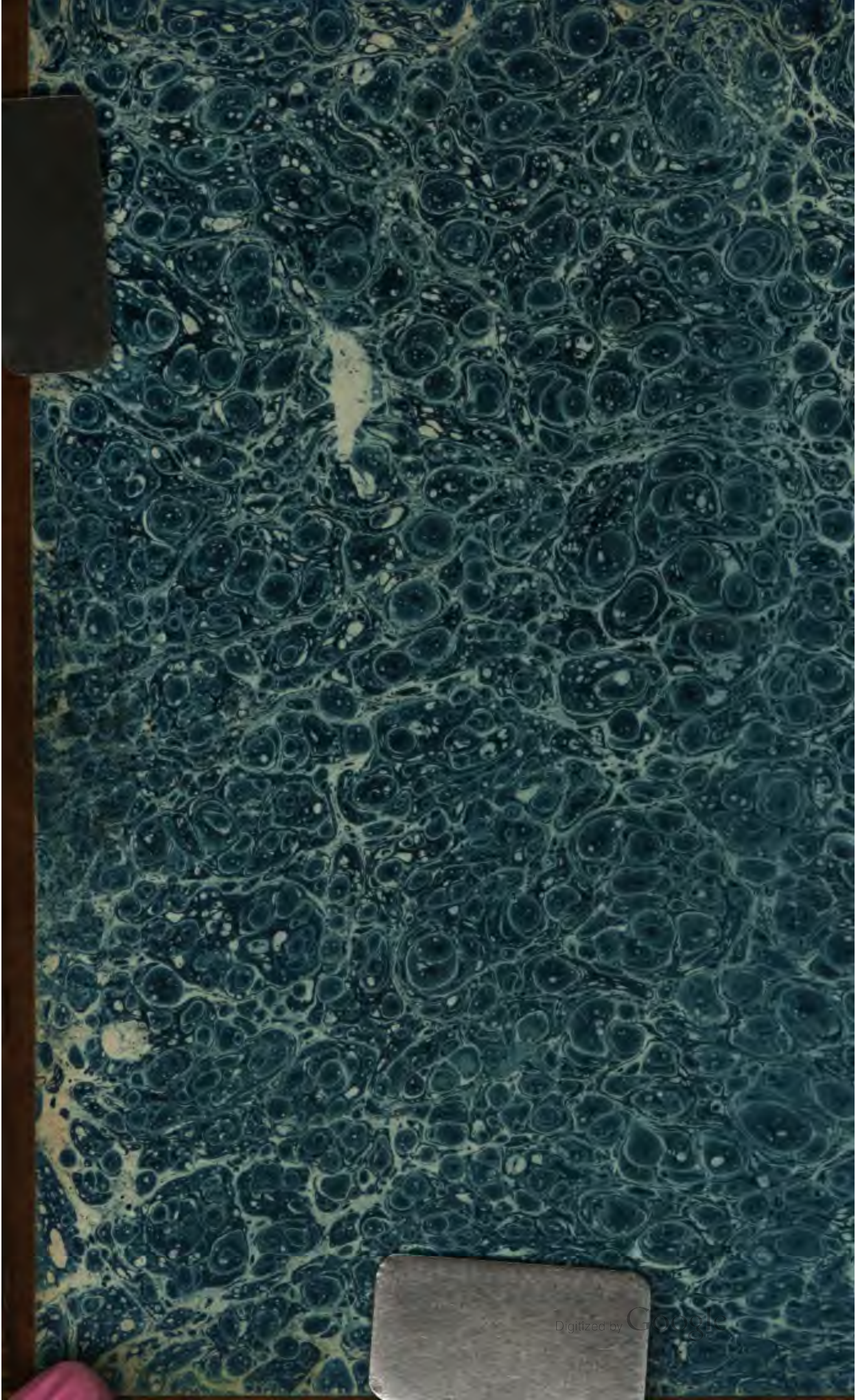










THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES;
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE.

THÉORIE
DES ÊTRES SENSIBLES:
OU
COURS COMPLET
DE PHYSIQUE,
SPÉCULATIVE, EXPÉRIMENTALE;
SYSTÉMATIQUE ET GÉOMÉTRIQUE,
MISE A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE:

AVEC une Table alphabétique des Matieres, qui en fait un vrai DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.

Nouvelle Édition, rectifiée, perfectionnée, assortie aux modernes Découvertes, & augmentée d'un cinquieme Volume.

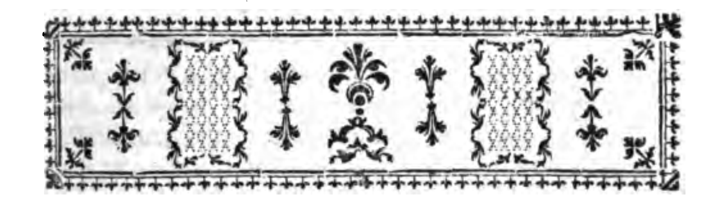
Par M. l'Abbé PARA *DU PHANJAS.*

TOME TROISIEME.
LES MÉTÉORES, LA LUMIERE, LE FLUIDE IGNÉ, LE FLUIDE ÉLECTRIQUE.

A PARIS, RUE DAUPHINE, N°. 116,
Chez DIDOT fils, Libraire, pour le Génie & l'Artillerie.

1786.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.



THÉORIE DES ÊTRES SENSIBLES, OU COURS COMPLET DE PHYSIQUE.

SUITE DE LA THÉORIE DE L'AIR.

LA NATURE DES MÉTÉORES.

784. DÉFINITION. On nomme *Météores* (*), certains phénomenes, certains effets naturels, qui naissent & qui se montrent dans le corps de l'Atmosphere; c'est-à-dire, dans cette immense couche de Fluide aérien qui nous enveloppe de toutes parts au-dessus de nos têtes.

On les divise communément en *Météores aqueux*, en *Météores lumineux*, en *Météores ignés*, en *Météores aériens*; & telle est la division que nous allons suivre & développer.

Mais n'oublions pas d'avertir ici nos Lecteurs,

(*) ETYMOLOGIE. Météore: de μετεωρος, *altus*, *sublimis*, haut, élevé. Effet qui est produit ou Spectacle qui se montre dans un lieu élevé; dans une région placée au-dessus de nos têtes.

A iij

qu'ils ne doivent point s'attendre, dans cette partie de la Physique, à des démonstrations toujours bien sensibles & bien triomphantes. Les Météores présentent presque toujours, dans leur constitution & dans leur formation, quelque partie obscure, quelques mysteres impénétrables; que toute la sagacité des plus grands Physiciens & des plus profonds Naturalistes, ne viendra jamais à bout de concevoir & de saisir dans tout leur ensemble de causes & d'effets.

ASCENSION DES VAPEURS ET DES EXHALAISONS.

785. OBSERVATION. L'*Atmosphere terrestre*, ce Fluide invisible qui enveloppe notre Globe, qui participe à son Mouvement diurne & annuel, n'est jamais une substance purement aériene. Tout ce qui fermente & pourrit, tout ce qui végete & transpire, tout ce que l'action de l'Air & du Feu peut exalter & volatiliser, les substances aqueuses, les substances huileuses, les substances gaseuses, s'y rendent de toutes parts en imperceptibles torrens; s'y combinent ou s'y mêlent avec la masse aériene, jusqu'à une certaine hauteur; & y donnent naissance aux différentes especes de Météores. (685).

L'Atmosphere terrestre, comme nous l'avons déjà observé dans le Volume précédent, est donc ce mélange & cet ensemble d'Air, de Vapeurs, d'Exhalaisons, qui forme autour de la Terre, une Couche ellipsoïdale d'environ quinze lieues de hauteur: couche dont l'Air fait la partie principale, & dont les Vapeurs & les Exhalaisons ne sont que la partie accessoire & accidentelle. (685 & 743).

L'*ascension des Vapeurs & des Exhalaisons* dans la masse de l'Air, dans l'Atmosphere, est un fait certain & connu de tout le monde. Mais quelle en est la cause? Quel en est le méchanisme physique? C'est ce

dont il n'est pas facile de donner une raison bien décisive & bien satisfaisante.

I°. Il paroît que la *Chaleur* est une des principales causes de ce phénomene : mais elle n'est pas la seule ; puisque l'exaltation des Vapeurs & des Exhalaisons n'est pas proportionnelle à la chaleur ; & que souvent, dans un très-grand froid, la neige disparoît, la glace diminue ; la glace & la neige s'exaltent en vapeurs.

II°. Il est certain que l'*action de l'Air*, contribue pour beaucoup à l'exaltation des Vapeurs & des Exhalaisons. Mais comment & de quelle maniere s'opere ce phénomene ?

On répond communément que les Vapeurs & les Exhalaisons sont exaltées par la pression de l'Air, qui se trouve spécifiquement plus pesant que ces corpuscules immensément dilatés ou divisés par la chaleur.

Mais cette raison n'est pas suffisante. Car, pour qu'un *Volume d'eau*, par exemple, devienne spécifiquement plus léger qu'un *égal Volume d'air* ; il lui faut une dilatation qui rende son volume au moins huit cent fois plus grand : dilatation qui exige une chaleur incomparablement plus grande que celle que nous avons dans les tems où nous voyons les Vapeurs s'élever avec la plus grande abondance.

III°. Ne pourroit-on pas soupçonner une Affinité ou une *Attraction spéciale*, entre l'Air & les Corpuscules qu'il exalte & qu'il éleve : attraction assez semblable à celle qu'a l'eau pour les Sels qu'elle divise & avec lesquels elle se combine ? (105).

Dans cette hypothese si naturelle, l'action de la Chaleur & l'action de l'Air, concourant tantôt conjointement & tantôt séparément à l'ascension des Vapeurs & des Exhalaisons, rendroient raison de ce grand phénomene, cause certaine & indubitable de tous les Météores.

D'abord, l'*action de la Chaleur*, en dilatant les corps, en diminuant l'adhérence de leurs parties, faciliteroit la séparation d'une infinité de corpuſcules, qui ſeroient par-là comme prochainement diſpoſés à l'attraction de l'Air.

Enſuite, l'*action de l'Air*, attireroit ces corpuſcules avec d'autant plus ou d'autant moins de force, que ſon Affinité ſeroit plus ou moins ſatisfaite; que ſa maſſe ſeroit plus ou moins denſe; que ſon action ſeroit plus ou moins répétée & renouvellée ſur un même objet; par exemple, ſur un même baſſin d'eau, quand le Vent ſouffle.

IV°. Il ne s'enſuivroit pas de-là que les Vapeurs & les Exhalaiſons duſſent s'élever juſqu'à la plus grande hauteur de l'Atmoſphere; comme les Corpuſcules ſalins s'élevent du fond d'un baſſin juſqu'à la ſurface de l'eau: parce que la *denſité de l'Air* allant toujours en décroiſſant, à meſure qu'il s'éloigne de la Terre; il peut ſe faire fort aiſément qu'à la hauteur de mille ou deux mille toiſes, l'Air ceſſe d'avoir aſſez d'action attractive, pour élever plus haut ces Vapeurs & ces Exhalaiſons; dont la gravité, qui eſt une force toujours à peu près conſtante, lutte perſévéramment contre la *Force attractive de l'Air*, qui eſt une force toujours de plus en plus décroiſſante.

Nous obſerverons bientôt qu'en effet, ce que nous nommons Vapeurs & Exhalaiſons, ne s'éleve pas à une bien grande hauteur dans la région de l'Air; & que l'élévation perpendiculaire du *commun des Nuages, au-deſſus des Contrées terreſtres*, n'eſt guere que de quelques centaines de toiſes. (790).

DIVISION DES MÉTÉORES.

786. EXPLICATION. Tous les Météores doivent leur origine & leur être au Fluide aérien, & aux Vapeurs & aux Exhalaiſons qui ſe trouvent répandues

dans le Fluide aérien ; avec certaines différences qui distinguent & caractérisent chaque espece de Météores.

I°. Les *Météores aqueux* consistent dans des amas de Vapeurs plus ou moins dilatées, plus ou moins condensées, tantôt fluides, tantôt liquides, quelquefois consolidées par le froid. L'Eau est l'unique ou le principal constitutif de cette espece de Météores.

II°. Les *Météores lumineux* consistent dans une réflexion ou dans une réfraction de la Lumiere, au sein des Nuées : soit que ces nuées n'aient pour constitutifs physiques, que des Vapeurs aqueuses ; soit qu'elles soient composées d'un mélange de Vapeurs & d'Exhalaisons.

III°. Les *Météores ignés* consistent dans divers amas d'exhalaisons que produisent le Soufre, le Nitre, les Huiles, les Bitumes, le Phlogistique, les Phosphores : exhalaisons qui, échappées du sein des trois Regnes de la Terre, s'élevent à différentes hauteurs dans l'Atmosphere ; s'y amassent, y fermentent, s'y enflamment, s'y dissipent ; séparées des Vapeurs aqueuses, ou confondues avec ces vapeurs.

Il y a une différence remarquable entre les *Météores lumineux* & les *Météores ignés*. Les premiers brillent sans aucune inflammation intrinseque : leur lumiere est une lumiere étrangere, qu'ils réfléchissent ou qu'ils réfractent, sans la produire. Les derniers brillent par une inflammation intrinseque : leur lumiere ne leur est point étrangere : elle naît de leur propre fonds, des substances mêmes qui les constituent.

IV°. Les *Météores aériens*, ou les *Vents*, ne sont autre chose que des torrens, des débordemens, des déplacemens du Fluide compressible & dilatable qui enveloppe la Terre, du Fluide aérien.

PARAGRAPHE PREMIER.

LES MÉTÉORES AQUEUX.

LA Rosée, les Brouillards, les Nuées, la Gelée, la Pluie, la Neige, la Grêle, la Trombe, le Typhon, les Pluies merveilleuses : tels sont les divers Météores aqueux dont nous allons donner une idée suffisamment développée.

LA ROSÉE DU SOIR.

787. EXPLICATION. La *Rosée du soir*, ou le *Serein*, est cette *Humidité* qui se fait sentir, dans les belles saisons & dans les beaux jours de l'année, pendant les soirées fraîches, après le coucher du Soleil ; & qui provient principalement de ces Vapeurs abondantes qui s'élevent alors de la Terre dans l'Atmosphere, où elles se réunissent à celles que l'Atmosphere peut abandonner & renvoyer vers la Terre, en se condensant par le froid assez subit qu'y occasionne l'absence du Soleil.

On s'imagine assez communément que *cette Humidité*, ou cette Rosée du soir, descend de l'Atmosphere sur la Terre : c'est un préjugé & une erreur. Car, si sous une *grande Cloche de verre*, on met à une certaine hauteur, ou du papier ou du linge, qui n'aient aucune humidité au coucher du Soleil ; deux ou trois heures après, on les trouve humides : ce qui démontre que cette humidité ne descend point de l'Atmosphere ; & qu'elle s'éleve au contraire de la Terre dans l'Atmosphere.

I°. Le Soleil, dans sa révolution réelle ou apparente sur l'horison, échauffe par ses rayons brûlants, l'Air, la Terre, les Eaux. Mais cette chaleur, quand le Soleil cesse de l'entretenir par sa présence, s'échappe

plus facilement du sein de l'Atmosphere; que du sein des Eaux & des Corps terrestres, qui ont plus de densité.

On éprouve en effet que l'Eau & la Terre, quelque tems après le coucher du Soleil, ont sensiblement plus de chaleur que l'Air: puisque, si l'on applique la main, ou sur un tas de sable, ou sur un bassin d'eau, qui aient été tranquillement exposés à l'action du Soleil pendant un beau jour; on sent une chaleur relative plus grande dans le sable & dans l'eau, que dans l'Air.

II°. La Matiere ignée, qui, comme tous les Fluides, tend à se mettre par-tout en équilibre, s'échappe du sein de la Terre & des Eaux, où elle est en plus grande abondance: pour se répandre dans l'Atmosphere.

En s'échappant du sein des Substances terreuses; aqueuses, huileuses, salines; cette Matiere ignée entraîne avec elle une immense quantité de Vapeurs & d'Exhalaisons, qu'elle éleve peu à peu dans la masse de l'Air, aidée ou par la vertu attractive de l'Air, ou par quelque autre mécanisme physique de ce Fluide: mécanisme peut-être inconnu quant à sa nature, mais très-certain quant à son existence. De-là, la Rosée du soir: de-là, le Serein.

III°. Si cette Rosée du soir, en montant de la Terre dans l'Atmosphere, n'étoit composée que de *Vapeurs aqueuses*: elle ne seroit point mal-saine par sa nature.

Mais avec les Vapeurs aqueuses qui en constituent le fonds, s'exaltent assez fréquement des exhalaisons nuisibles, des Gas de toute espece, qui ont tous des qualités suffocantes & déléteres; & qui, en se combinant avec les Vapeurs aqueuses & avec l'Air atmospherique, peuvent en faire un alliage très-dangereux & très-pernicieux: ainsi qu'on le verra ailleurs, dans la théorie des Gas. (1783, 1808, 1829, 1832).

LA ROSÉE DU MATIN.

788. EXPLICATION. La *Rosée du matin*, est cette humidité qui tombe de l'Air sur la Terre, quelque tems avant le lever du Soleil.

L'humidité qui tombe le matin, est précisément celle qui s'est élevée dans la basse région de l'Air, pendant la nuit; & que nous venons de faire connoître sous le nom de Rosée du soir.

I°. Les Vapeurs & les Exhalaisons plus ou moins saines, plus ou moins infectes, qui pendant la nuit se sont tranquillement exaltées dans la partie inférieure de l'Atmosphere, se mettent en équilibre avec les différentes couches de la Masse aériene qui les a attirées, & qui les soutient contre leur gravitation.

II°. Mais quand le Soleil commence à darder ses rayons sur ces couches aérienes: sa chaleur les raréfie. L'Air raréfié, & affoibli par cette raréfaction, ne fait plus équilibre avec le poids des Vapeurs & des Exhalaisons qu'il soutenoit étant plus dense. Ces vapeurs & ces exhalaisons cedent donc à leur gravitation, & tombent vers la Terre; où on les voit se réunir en petites gouttes sur les Plantes & sur les autres Corps avec lesquels elles ont une affinité marquée: car nous avons observé précédemment qu'elles ne s'attachent pas indifféremment à tous les corps quelconques. (138).

III°. Déposée sur les Corps terrestres, la Rosée s'y dissipe en deux manieres différentes: s'y trouvant en prise, ou à l'action attractive de ces corps, qui l'absorbent dans leurs pores; ou à l'action attractive de l'Air ambiant qui, après s'en être dessaisi, redevient bientôt propre à s'en charger de nouveau, à raison des continuelles variations auxquelles il est sans cesse soumis & livré. (785).

789. REMARQUE. Quand le Ciel est couvert pen-

dant le jour; il n'y a point ou presque point de Rosée, soit le soir, soit le matin : parce qu'alors la *Matiere ignée de cet Astre*, interceptée par les Nuages qui se trouvent répandus dans l'Atmosphere, ne peut pas s'entasser & s'accumuler dans les Corps terrestres; & par-là même, ne peut pas s'échapper de ces Corps dans l'Atmosphere, & y entraîner avec elle, des Vapeurs, des Exhalaisons, & des Gas de toute espece.

De même, quand à un beau jour d'été ou d'automne, succede une *Nuit venteuse* ; il n'y a point ou presque point de Rosée : parce que les Vapeurs & les Exhalaisons qu'entraîne dans la région de l'air la Matiere ignée, en s'échappant du sein des Corps terrestres, sont à l'instant emportées & dissipées par l'impulsion du vent : ce qui fait qu'elles n'ont pas le tems de s'entasser & de s'accumuler peu à peu dans un même endroit, d'une maniere sensible.

Dans certains Pays, il pleut très-rarement : mais en retour, il y a des *Rosées très-abondantes*, qui suffisent pour procurer à la Terre, une heureuse fertilité : chaque Rosée devenant pour elle, une petite Pluie répétée presque chaque jour.

LES BROUILLARDS ET LES NUAGES.

790. EXPLICATION. Les Brouillards & les Nuages ne sont autre chose, que des amas de vapeurs & d'exhalaisons, qui occupent & obscurcissent la basse région de l'Atmosphere. Quand ces amas de vapeurs & d'exhalaisons rasent la Terre, on les nomme *Brouillard* : quand ils sont considérablement élevés au-dessus de la Terre, on les nomme *Nuée* ou *Nuage*.

Ainsi les Brouillards ne sont que de petits nuages, placés dans la plus basse région de l'Air; & les Nuages ne sont que de grands brouillards, qui se sont élevés plus haut.

I°. Quand le Brouillard n'est composé que de va-

peurs ou de parties aqueuſes, il eſt ſans odeur : il ne nuit ni aux Plantes, ni aux Animaux. (787).

Mais ſouvent aux Vapeurs ſe mêlent des Exhalaiſons nuiſibles, telles que celles qui s'échappent du ſein des Pays marécageux ; & alors le Brouillard eſt mal-ſain & funeſte. Il ſe fait quelquefois remarquer par une odeur forte qui déplaît, par une âcrimonie qui affecte les yeux & leur arrache des larmes, par une langueur qu'il occaſionne aux fleurs, aux fruits, aux plantes, à preſque toutes les productions de la Nature.

Les Exhalaiſons qui ſe mêlent à la partie aqueuſe des Brouillards, ne ſont pas toutes nuiſibles & funeſtes : il y en a même de bienfaiſantes. Les *Brouillards de la Saone*, par exemple, ſont ſalutaires pour les Perſonnes dont la Poitrine eſt trop délicate ou mal affectée : ſans doute parce que ces brouillards renferment des exhalaiſons onctueuſes & balſamiques, qui vont imperceptiblement adoucir, tempérer, fortifier ce précieux viſcere.

II°. La couleur, la figure, la grandeur des Nuages, varient à l'infini : tout cela dépend & de la quantité & de la qualité des vapeurs & des exhalaiſons qui les forment. Plus ces vapeurs & ces exhalaiſons ſont denſes & hétérogenes, plus le nuage eſt propre à intercepter la lumiere ; plus le nuage paroît noir & ténébreux.

Quand le Nuage eſt principalement compoſé d'*Exhalaiſons inflammables* : il porte dans ſon ſein, la matiere & l'aliment de l'éclair, de la foudre, du tonnerre, dont nous parlerons ailleurs.

III°. Les Nuages varient auſſi conſidérablement en hauteur : les uns ſont plus & les autres ſont moins élevés au-deſſus de la ſurface terreſtre.

Cette diverſité paroît n'exiger qu'une différente peſanteur ſpécifique, dans les matieres plus ou moins

atténuées qui les composent. Les plus pesantes se mettent en équilibre avec une couche inférieure, les moins pesantes avec une couche supérieure de l'Atmosphere ; dont la pesanteur va en décroissant, à mesure que ses couches toujours plus raréfiées s'éloignent de la surface de la Terre.

Les Nuages les plus élevés, qui au premier coup-d'œil semblent placés à une hauteur immense dans la région de l'Air, ne s'élevent guere à plus d'une lieue, fort rarement à plus d'une demi-lieue, au-dessus de la surface de la Terre. Riccioli, après avoir mesuré géométriquement la hauteur de plusieurs Nuées, a trouvé que les plus hautes & les plus raréfiées ne s'élevent jamais à la hauteur de 5000 Pas, qui font environ une lieue & trois quarts. Selon Kepler, les Nuages d'où tombe la grêle, ne sont presque jamais qu'à la hauteur d'un quart de Mille ; c'est-à-dire, à la hauteur d'environ 208 toises. Selon Fromond, dans sa Météorologie, un Nuage de pluie, est rarement élevé à plus de 2500 pieds au-dessus de la Terre : ce qui fait environ 408 toises.

On trouvera dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires, une Méthode géométrique pour mesurer la hauteur d'un Nuage quelconque, immobile ou mobile. (*Math.* 425).

LA GELÉE BLANCHE, LE GIVRE.

791. EXPLICATION I. La *Gelée blanche* est formée par cette Rosée qui tombe imperceptiblement de l'Atmosphere, & qui se congele en tombant, sur la fin de l'automne & au commencement du printems, un peu avant le lever du Soleil.

Au printems & en automne, le Soleil, dans un beau jour, échauffe assez considérablement la surface de la Terre & des Eaux, pour occasionner une abondante Rosée du soir & du matin. (787).

Mais comme dans cette saison, les matinées sont très-fraîches en certaines Contrées, & que le plus grand froid est à l'instant qui précede le lever du Soleil : il arrive souvent que ce froid est assez considérable pour congeler la Rosée du matin, à l'instant qu'elle s'échappe en gouttes imperceptibles, du sein de l'Air raréfié par la chaleur du Soleil : chaleur qui se communique & se fait sentir successivement, de la partie la plus haute à la partie la plus basse de l'Atmosphere.

Cette Rosée, au lieu de tomber en gouttes liquides, infiniment petites, tombe donc en corpuscules congelés, infiniment petits; qui s'entassant les unes sur les autres, donnent enfin une couche sensible de gelée.

792. EXPLICATION II. Le *Givre* ou le *Frimas* est une espece de gelée blanche; qui en hiver, lorsque l'Air est froid & humide tout ensemble, s'attache à différens Corps, aux arbres, aux herbes, aux cheveux, aux vitres des fenêtres.

Le nom de Gelée blanche, est affecté uniquement à la rosée du matin congelée : le nom de Givre ou de Frimas, est affecté à toutes les autres vapeurs aqueuses, qui réunies successivement sur la surface de certains Corps, s'y accumulent en petites masses sensibles; & y rencontrent un degré de froid suffisant pour les glacer. La Gelée blanche doit son origine à une humidité extrinseque aux corps qu'elle couvre : le Givre doit quelquefois son origine à une humidité échappée du sein des corps auxquels il est attaché.

I°. Le Givre s'attache aux Plantes vivantes, en plus abondante quantité qu'aux Corps inanimés : soit parce que les Plantes, par le mécanisme de leur organisation, absorbent une grande quantité d'Air, sans absorber avec la même facilité les vapeurs qui lui sont

ſont mêlées, & qui ſe dépoſent ſur leur écorce & ſur leurs feuilles; ſoit parce que ces mêmes Plantes, par leur tranſpiration, par la circulation de leur ſeve ou de leurs ſucs propres, portent à toutes leurs extrêmités, des ſucs qui au ſortir de leurs pores, ſont ſaiſis par le froid & congelés.

Ainſi on doit regarder la gelée dont pluſieurs Plantes ſont couvertes en certains tems, comme émanée en grande partie, de leur ſein & de leur ſubſtance.

II°. De même, le Givre qui s'attache aux cheveux des Voyageurs, aux crins des Chevaux, paroît avoir pour origine, en très-grande partie, les ſucs échappés du ſein du Corps animal, par les imperceptibles canaux qui les enfilent dans toute leur longueur; & dont l'extrêmité eſt aſſez éloignée de la ſource ou du ſiége de la chaleur animale, pour céder à l'impreſſion du froid extérieur qui les affecte.

III°. Le Givre qui s'attache aux fenêtres, qui y forme des ramifications ſi ſingulieres, a communément pour cauſe, non l'humidité du dehors, mais l'humidité du dedans. Comme il y a plus de chaleur dans la chambre qu'au dehors: la *Matiere ignée*, pour ſe mettre en équilibre, s'échappe continuellement au dehors à travers les pores des Vitres, qui lui donnent un libre paſſage.

En ſe répandant au dehors, la Matiere ignée entraîne avec elle des vapeurs aqueuſes: qui ne trouvant point de paſſage à travers les pores du Verre, par où s'échappent les molécules ignées auxquelles elles étoient adhérentes, s'y attachent & s'y accumulent.

Le Verre, frappé du froid extérieur, congele ces vapeurs à meſure qu'elles y arrivent & qu'elles s'y arrangent ſelon les Loix de leurs affinités. De-là, le Givre: de-là, les ramifications dont on voit les Vitres tapiſſées en certains tems, dans leur ſurface intérieure.

IV°. Si on étoit tenté de soupçonner que ce G
a pour cause l'humidité du dehors, & non l'hum
du dedans : il seroit facile de se convaincre du
traire.

Car, si à un même Bois de fenêtre, on mast
deux Carreaux de vitre, l'un en dehors & l'autr
dedans : le Givre sera ordinairement en ramificati
sur la Vitre intérieure, & sur la surface de cette
tre, qui regarde l'intérieur de la Chambre ; & ja
sur la surface opposée.

S'il arrive quelquefois que le Froid intérieur,
pre à congeler l'eau, soit plus grand que le froid
térieur : le Givre pourra être sur la Vitre extérie
& sur la surface de cette Vitre qui est placée en
hors ; & jamais sur la surface opposée.

LA PLUIE ET LA BRUINE.

193. EXPLICATION. La *Pluie* est une eau sim
fluide, inodore, sans saveur & sans couleur,
tombe en gouttes sensibles du sein de l'Atmosphe
où elle avoit été élevée en vapeurs, ou en partic
comme infiniment atténuées, par une distillation
turelle. (617, 731, 785).

I°. Les Vapeurs, ou les molécules aqueuses,
la chaleur de la Terre & l'action de l'Air ont ex
tées dans l'Atmosphere, se dispersent dans la masse
l'Air, en particules isolées & comme infiniment
tites ; & se mettent en équilibre avec les différen
couches de ce Fluide, plus ou moins éloignées
la Terre.

Ces Molécules aqueuses se soutiennent dans la
gion de l'Air, selon les Loix de l'équilibre hydros
tique ; tant qu'elles restent isolées & dispersées da
ce Fluide : soit parce que les couches inférieures
l'Air, ont plus de pesanteur spécifique qu'elles ;
parce que les couches aérienes où elles sont disp

ſées & auxquelles elles ſont unies, ont aſſez d'affinité ou de force attractive pour contrebalancer & pour détruire leur gravitation.

II°. Ces Vapeurs, ces molécules aqueuſes, ainſi exaltées & diſperſées dans l'Atmoſphere, peuvent être converties en pluie, par deux cauſes; *par l'action des Vents*, qui compriment les Nuages; *par l'action du Froid*, qui condenſe la maſſe de l'Air.

Quand deux Nuages ſe heurtent & s'entrechoquent en des ſens oppoſés: il eſt clair qu'ils doivent ſe comprimer. Dans ce cas, les molécules aqueuſes, auparavant iſolées & diſperſées dans les molécules aériennes, ſe rapprochent néceſſairement les unes des autres; s'attirent par leur Affinité naturelle (97); ſe convertiſſent par leur réunion, en *Gouttes ſenſibles de différente grandeur*; qui ayant plus de peſanteur ſpécifique que l'Air dans lequel elles ſe trouvent placées, ſe précipitent au fond de ce Fluide, par leur excès de peſanteur.

La même choſe doit arriver, ſans le ſecours du Vent: quand l'Atmoſphere, auparavant dilatée par la chaleur, vient à ſe condenſer par le froid. La condenſation du Fluide aérien, opere néceſſairement le rapprochement des molécules aqueuſes qui ſe trouvent diſperſées dans ſon ſein. Ce rapprochement des molécules aqueuſes, donne lieu à leur attraction réciproque, à leur réunion en gouttes plus ou moins volumineuſes, à leur chûte en pluie plus ou moins fine, plus ou moins abondante.

III°. Quand la compreſſion ou la condenſation du Fluide aérien, ſe fait lentement & peu à peu; les *Gouttes de pluie*, ſont très-petites: c'eſt une pluie très-fine, qu'on nomme *Bruine*.

Quand la compreſſion ou la condenſation du même Fluide, ſe fait ſubitement & comme tout-à-coup; c'eſt une *groſſe Pluie*, dont les gouttes fort

volumineuses, tombent avec une grande vîtess

Dans le premier cas, les molécules aqueuses le tems de tomber, avant de s'être réunies en g des gouttes, capables de vaincre facilement la r tance de l'Air.

Dans le second cas, les molécules aqueuses, prochées les unes des autres avec une grande c rité, ont le tems de se former en grandes gout avant d'arriver dans la plus basse région de l'Air; les précipite avec un mouvement accéléré, leur santeur propre, considérablement plus grande celle de l'Air.

Quelquefois aussi la Bruine vient d'un nuage élevé; la grosse pluie, d'un nuage fort élevé.

La Neige et la Grêle.

794. EXPLICATION. La *Neige* est une Bruine c gelée dans sa chûte: la *Grêle* est une grosse Plu qui a eu le même sort.

La Neige & la Grêle ne sont qu'une eau c crete, qu'une glace formée dans la région de l'A Semblables dans leur origine, dans leur formatic dans leurs constitutifs, elles ne different qu'en p ou en moins de masse & de condensation.

1°. Il est démontré par l'expérience, que tou choses étant égales d'ailleurs, la *Chaleur naturelle* d'autant moindre dans un lieu, que ce lieu est p élevé au-dessus de la surface de la Mer; & qu' éprouve une température d'autant plus froide une Montagne, qu'on s'éleve plus vers son somme quelle que soit la cause de ce Phénomene, que no tâcherons d'expliquer ailleurs.

On conçoit donc facilement qu'un froid assez quant peut régner dans certaines couches supérieur de l'Atmosphere; lorsque nous éprouvons une gran chaleur sur la surface de la Terre.

Il est démontré encore par l'expérience, que

Chaleur peut quelquefois accélérer la formation de la Glace, en exaltant un torrent d'esprits frigorifiques dans le Liquide à congeler. (615).

De cette double expérience, découle aisément l'explication de ce qui concerne la *formation de la Neige*. Par exemple, les Vapeurs aqueuses, converties en Bruine, peuvent facilement, en tombant vers la Terre, être congelées par le froid qui regne dans les couches aérienes qu'elles traversent. Dans leur chûte lente & vacillante, ces infiniment petites molécules congelées se rencontrent, s'entre-choquent, s'accrochent irrégulierement les unes aux autres par leur affinité : delà les Flocons de neige.

Il neige très-rarement en été : parce qu'il est rare que dans cette saison, l'Atmosphere ait un degré de froid suffisant pour congeler l'eau. Il ne neige jamais dans les Plaines & sur les petites Montagnes de la Zone torride & de certaines régions des Zones tempérées, voisines des Tropiques ; par la même raison. Il neige fréquemment en hiver : parce que dans cette saison, l'Atmosphere a très-souvent le degré de froid qu'il faut pour figer l'eau.

II°. *La formation de la Grêle*, résulte des mêmes causes & s'explique par les mêmes principes : avec quelques différences dont il n'est pas difficile de rendre raison.

Dans un jour brûlant, où la *Terre échauffée* exhale une grande quantité d'esprits frigorifiques, & fait en quelque sorte la fonction du Réchaud dont nous avons parlé en traitant de la Glace artificielle (614) : qu'un Nuage peu élevé, subitement comprimé ou condensé, convertisse ses Vapeurs en d'assez grosses *Gouttes de Pluie!*

Ces gouttes de Pluie, en tombant à travers des couches d'Air où regne un grand froid, causé par une grande abondance d'exhalaisons frigorifiques, se con-

vertiront promptement en une infinité de petits
çons. Ces *petits Glaçons*, dans leur chûte, se ren
trent, s'accrochent les uns aux autres, se conve
sent quelquefois en des masses d'une grosseur
digieuse. Nous avons été témoins à Besançon,
a environ vingt-quatre ans, d'une Grêle dont
crystaux avoient plus de deux pouces de diam
Une foule d'Historiens dignes de foi, parlent de
taines Grêles dont les glaçons pesoient plus d'un
vre, jusqu'à six & huit livres.

Il grêle tres-rarement en hiver : parce qu'il
très-difficile qu'en cette saison toujours froide,
ait dans l'Atmosphere une grande & subite cond
sation, produite par un rapide passage d'un gr
chaud à un grand froid. Il grêle plus souvent pend
le jour que pendant la nuit : parce que la chaleu
jour fait communément monter en plus grande ab
dance dans l'Atmosphere, les esprits frigorifiques
vont procurer & hâter la congélation des gouttes
pluie dans les Nuages voisins. (615).

Les Physiciens & les Naturalistes ont observé
la Grêle & la Pluie qui tombent sur le haut des M
tagnes, sont toujours plus petites, toutes choses ét
égales d'ailleurs, que celles qui tombent dans le fc
des Vallées : ce qui prouve ce que nous avons d
que les gouttes de pluie & les grains de grêle au
mentent en masse dans leur chûte, par la réunion
plusieurs gouttes en une seule goutte, de plusie
grains en un seul grain. Quand les grains ou cr
taux de grêle, sont d'une grandeur prodigieuse
faut que le Nuage d'où ils viennent, ait eu & une p
grande élévation & une plus prompte condensatio
& que des Vents impétueux & tourbillonans ai
suspendu la chûte & favorisé la réunion des gout
congelées.

795. REMARQUE. La Neige engraisse la Terre

contribue à sa fécondité : soit en lui apportant avec la substance aqueuse, une quantité considérable de substances végétales, qui s'étoient exhalées de son sein ; soit en garantissant la plupart de ses Plantes, pendant la rigueur de la saison froide, des funestes vicissitudes de la gelée & du dégel (613) ; soit en fermant les pores de la Terre, & en captivant dans son sein les sucs végétaux qui s'en échapperoient en pure perte pendant l'hiver ; & qui ayant par-là le tems de s'y accumuler & de s'y perfectionner pendant cette saison, en sortent ensuite plus abondans & mieux conditionnés dans une saison plus favorable.

On nomme *Lauvine* dans les Alpes, une grande quantité de neige, qui se pelote en roulant du haut des Montagnes. Ces Lauvines, qui commencent souvent par une *très-petite Pelote*, se convertissent quelquefois en des globes ou en des masses énormes de Neige : qui roulant avec une très-impétueuse vîtesse, déracinent les forêts, ensevelissent les hameaux & les villages, entraînent ou écrasent tout ce qui s'oppose à leur épouvantable chûte.

LA TROMBE ET LE TYPHON.

796. EXPLICATION I. La *Trombe* est une espece de grosse Nuée ; qui comprimée par des vents violens & opposés, se résout comme subitement en un *déluge d'Eau ;* & tombe du haut de l'Atmosphere, en impétueux torrens, sur une petite Contrée. Par sa chûte sur la Terre ; elle désole les compagnes ; & elle en écrase les habitations : par sa chûte sur la Mer, où elle est beaucoup plus fréquente ; elle submerge & engloutit les Vaisseaux qu'elle y rencontre.

I°. Soit dans l'Atmosphere terrestre, une grosse & épaisse Nuée, de deux ou trois lieues d'étendue. Que *deux Vents paralleles & contraires*, par exemple, un vent du nord & un vent du midi,

soufflent à la fois avec violence l'un à côté de l'autre, contre la Nuée placée entre leur commune direction! Que doit-il résulter delà?

La Nuée se comprimera avec rapidité; se ramassera & se concentrera comme subitement en un fort petit espace; deviendra une espece de cylindre ou de cône tourbillonnant; dardera de toute part un déluge d'eau, formé par ses Vapeurs auparavant éparses & maintenant réunies & concentrées; & ce *Déluge d'eau*, imitera par sa chûte, la chûte d'une Riviere, qui du haut de l'Atmosphere, tomberoit en tourbillonnant sur un point ou sur une très-petite étendue de la Terre ou de la Mer, avec un mouvement accéléré.

Si cette Nuée est subitement frappée par un grand foid: du sein du Cylindre ou du Cône tourbillonnant, s'échappera par tous les points de sa surface, une horrible Grêle.

Si cette même Nuée est remplie d'exhalaisons sulfureuses, nitreuses, bitumineuses, inflammables: avec la Grêle, elle dardera de toutes part l'Eclair & la Foudre.

II°. Si la même Nuée, au lieu d'être comprimée par des Vents paralleles & contraires, se trouvoit subitement pressée en tout sens avec violence, par une foule de vents opposés & soufflants de tous les points de l'horison: que devroit-il encore arriver?

La Nuée subitement comprimée & réduite à une très-petite étendue, se changeroit également en une espece de Riviere; qui du haut de l'Atmosphere, iroit écraser le Point de la Terre ou de la Mer, exposé à sa chûte accélérée.

Un malheureux Village, nommé Seillac, dut sa ruine en 1759, à un assez semblable phénomene. Situé au pied d'une haute Montagne, dans le haut Dauphiné, il vit une fatale Nuée qui couvroit son

horiſon, preſſée par les vents & arrêtée par la chaîne des montagnes, ſe convertir tout à coup ſur lui, en une eſpece de Riviere ou de gros Torrent; qui tombant du haut du Ciel, écraſa ſes habitans, & couvrit de pluſieurs pieds de gravier, ſes campagnes devenues à jamais infertiles.

Quand ſur la Mer, on ſe voit menacé d'un ſi funeſte Météore : on a coutume de tirer ſans ceſſe de grands coups de canon. La ſecouſſe de l'air, ébranle la Nuée; en écarte les parties; en interrompt la direction; ſouvent la diſſipe, ou du moins l'empêche de ſe concentrer avec la même facilité.

797. EXPLICATION II. Le *Typhon*, que l'on nomme auſſi *Trombe marine*, eſt un grand tourbillon d'eau raréfiée, qui du ſein de la Mer s'éleve dans l'Atmoſphere, tantôt en forme de colonne, tantôt en forme de cône renverſé; & qui en deſcend enſuite en gros & impétueux torrens. On a vu des Typhons qui avoient juſqu'à quatre-vingt, juſqu'à cent toiſes de hauteur; & quelquefois autant ou même plus de largeur. Les Marins, pour ſe garantir de ce funeſte Météore, ont recours au même expédient qui les garantit quelquefois de la Trombe dont nous venons de parler.

Le Cap-de-Bonne-Eſpérance, eſt fameux par ſes tempêtes, & par le *Nuage ſingulier* qui les produit ou les accompagne. Ce Nuage, qui ne paroît d'abord que comme une Tache ronde dans le Ciel, eſt le commencement d'un horrible Météore, d'un Typhon; qui né dans le plus grand calme, va ſubitement bouleverſer la Mer, l'élancer juſqu'aux nues, l'affaiſſer & l'entrouvrir juſques dans les plus profonds abymes. Les Lacs de quelque étendue, ont auſſi quelquefois leurs Typhons : on en a obſervé deux ſur le Lac de Geneve, l'un en 1741 & l'autre en 1742. Leur

hauteur & leur largeur étoient d'environ dix-huit toises.

I°. Le Typhon paroît devoir communément son origine, à des *Feux souterreins*, à des matieres sulfureuses & bitumineuses, qui fermentent & qui s'embrasent successivement dans d'immenses cavernes sous la Mer ou sous les Lacs. Ces embrasemens souterreins échauffent les eaux, les élevent en vapeurs épaisses & rapides : comme un Fourneau éleve & dissipe en vapeurs, l'eau contenue dans la chaudiere qu'il échauffe.

L'*Eau en vapeurs*, monte en torrens imperceptibles & tourbillonans dans l'Atmosphere; & n'ayant pas le tems de se disperser au loin dans la région de l'Air, s'amasse & s'accumule au-dessus de la Plage où se fait l'évaporation : jusqu'à ce que la densité de cette vapeur, occasionne la réunion de ses molécules en une seule & unique masse; qui condensée, tombe par son propre poids vers le centre de la Terre, & écrase tout ce qui se rencontre sous sa chûte.

Comme l'Eau en vapeur, occupe un espace environ quatorze mille fois plus grand que dans son état liquide, & qu'elle déplace un volume d'air egal à son nouveau volume (731) : il est clair que le Typhon, en se formant rapidement sur une vaste plage, doit occasionner une violente compression dans la masse de l'air qu'il avoisine, & qu'il force à refluer en tout sens autour du Cône ou du Cylindre dans lequel il se déploie. Delà, la tranquillité apparente qui regne dans l'Atmosphere également comprimée en tout sens, pendant la formation de ce Météore.

Mais quand ce Météore se dissipe par sa chûte : avec quel horrrible choc, avec quelle épouvantable secousse, l'Air comprimé & condensé tout autour, à une assez grande distance, ne doit-il pas se précipiter & s'entre-choquer à différentes reprises, dans le Vide que laisse le Typhon précipité au sein des

eaux? Delà, les orages & les tempêtes qui accompagnent & qui ſuivent ſa chûte.

II°. L'*exiſtence des Feux ſouterreins*, que nous donnons pour cauſe primitive à la ſormation de ce Météore, ne paroît nullement incertaine & douteuſe. Car, pendant la formation du Typhon, on voit la Mer dans une grande ébullition; & l'Atmoſphere eſt remplie d'exhalaiſons ſulfureuſes qui ſe font ſentir.

C'eſt à ces Feux ſouterreins, qu'on doit attribuer la tiédeur de la Mer, pendant les ſaiſons froides, ſur les côtes de la Chine, où ces Typhons ſont très-fréquens, ſur-tout entre Malaca & le Japon : ce qui rend la navigation fort dangereuſe dans toute cette contrée. (500 & 513).

III°. Quelques Phyſiciens modernes ont tâché de ne donner pour cauſe & pour origine, à la Trombe de Terre & à la Trombe de Mer, que l'Electricité naturelle.

Mais il eſt viſible, même d'après leurs théories imaginaires, que ſi l'Electricité naturelle entre toujours pour quelque choſe dans la production de ce double Météore, elle n'en eſt certainement pas la cauſe unique.

TOURBILLONS-TYPHONS.

798. EXPLICATION. Les *Typhons* peuvent n'avoir pas tous une ſemblable origine. On a vu des Tourbillons, élever l'*Eau d'un étang* juſqu'aux nues, ſur des plages où l'on ne pouvoit ſoupçonner aucuns Feux ſouterreins : tel fut celui que l'on vit en 1755, en Baviere. Un effroyable coup de Tonnerre abbattit une Nuée toute entiere, laquelle ſe redreſſa ſubitement en cylindre tourbillonnant. Ce Tourbillon, en paſſant ſur un petit Etang, en pompa l'eau; l'éleva à une hauteur prodigieuſe; la diſperſa enſuite en particules infiniment petites, ſous l'image d'une fumée.

Un violent Tourbillon peut avoir ſon mouvement en ligne ſpirale, comme en ligne circulaire. Suppoſons donc un Tourbillon, ou un Courant d'air, dont la direction imite la Vis d'Archimede AN, placée perpendiculairement ou obliquement à l'horiſon. (*Fig.* 2).

I°. Ce Tourbillon, appuyé ſur un Etang ou ſur un Lac AB, & mu avec une immenſe vîteſſe dans la direction ABCDEN, doit continuellement diſſiper & diviſer l'eau de l'étang, en gouttes comme infiniment petites.

Ces infiniment petites gouttes, diviſées & diſperſées dans le ſein du Tourbillon, doivent ſuivre la marche & la route de la force motrice qui les chaſſe & les emporte. Cette Force motrice, ou le Tourbillon, a ſa direction dans la ligne ſpirale ABCDEN: l'*Eau de l'étang*, doit donc, tant que durera l'action du Tourbillon, s'élever perſévéramment en gouttes inſenſibles, du ſein de l'Etang A, juſqu'au Nuage N.

II°. Si ce Tourbillon eſt extrêmement rapide & condenſé: il peut avoir aſſez de force pour élever avec l'eau de cet étang, la bourbe, les ſables, les petits inſectes, les graines des plantes, les œufs des petits poiſſons, & mille autres petites ſubſtances ſemblables, qui ſe trouveront mêlées avec l'eau.

On voit tous les jours dans nos contrées, de petits *Tourbillons de pouſſiere & de ſable*, s'élever & ſe diſperſer dans la région de l'Air, à une plus ou moins grande hauteur. Pourquoi la même cauſe ne pourra-t-elle pas y élever & y diſperſer des particules d'eau, des corpuſcules de toute eſpece, mêlés avec l'eau; qui comme la pouſſiere & le ſable, prendront la direction du Vent tourbillonnant?

Près de la Ville d'Arbeil en Perſe, le Typhon éleve tous les jours a midi dans les mois de juin de juillet, une grande quantité de pouſſiere, & dure

environ une heure. Supposons dans cette Contrée, un grand bassin d'eau A : on y verra s'élever dans l'Atmosphere, au lieu d'un tourbillon de poussiere, un tourbillon d'eau & de corpuscules mêlés avec cette eau.

Ce sera le Typhon ou le Tourbillon que nous venons d'expliquer; & dont l'explication peut facilement s'adapter à une infinité de Phénomenes en ce genre.

LES PLUIES MERVEILLEUSES.

799. OBSERVATION. Les Histoires font quelquefois mention de *Pluies singulieres*, que l'on est bien tenté de mettre au rang des fables surannées; par exemple, de pluies de sang, de pluies de lait, de pluies de cendres, de pluies de grenouilles, de sauterelles, d'autres insectes; de pluies d'argent, & autres semblables.

Ces Phénomenes surpassent-ils absolument les forces de la Nature? Et s'ils sont rapportés par des Historiens d'ailleurs dignes de foi, méritent-ils, à titre d'impossibilité & d'absurdité, qu'on leur refuse toute croyance?

Nous allons expliquer comment & en quel sens ces Phénomenes sont possibles : comment & en quel sens on peut les croire, quand ils sont rapportés par des Historiens graves & dignes de foi.

PLUIES DE GRENOUILLES, DE POISSONS, D'INSECTES.

800. EXPLICATION. Un violent Tourbillon peut élever jusqu'à la hauteur des Nuages, les eaux d'un Etang ou d'un Marais; & avec ces eaux, les *Oeufs* des grenouilles, des petits poissons, des divers insectes, qui peuplent cet Etang ou ce Marais. (798).

Qu'un violent coup de Tonnerre, ou un Vent impétueux, dissipe & emporte au loin & le Tourbillon

& le Nuage formé au-dessus du Tourbillon. (*Fig.* 2).

La Contrée ou ce Nuage ira tomber, essuiera une *Pluie de Grenouilles, de petits Poissons, de divers Insectes;* par le moyen des Œufs ou déjà éclos dans le nuage, ou qui écloront bientôt après la chûte du nuage.

PLUIES DE SAUTERELLES.

801. EXPLICATION. On a vu en différens tems, en Egypte, en Pologne, en Allemagne, en Provence, des *Légions de Sauterelles*, portées sur l'aile des vents, venir tout-à-coup désoler les campagnes par leur voracité, & les infecter par leur corruption.

Il est certain que ces Insectes, après avoir ravagé une contrée, pressés par la faim, & allégés par la maigreur, prennent un vol assez élevé; & qu'à la faveur d'un vent violent, ils se transportent quelquefois d'une contrée en une autre, formant une espece d'essain.

Qu'un *tel Essain* soit abattu par une Nuée qui se résout en pluie: ce sera une *Pluie de Sauterelles*, qui pourra paroître surprenante, mais qui ne sera qu'un phénomene tout naturel.

PLUIES DE SANG.

802. EXPLICATION. I°. Après une sanglante Bataille, où une vaste Campagne se trouve couverte de cadavres & inondée de sang: un violent Tourbillon, né par hasard, ou occasionné par la fermentation & la corruption, peut absolument élever dans l'Atmosphere, ce *Sang ainsi répandu;* comme il y éleve l'eau d'un Etang. (798).

Ce Sang formera au-dessus du Tourbillon, une nuée de sang; & cette Nuée venant à tomber au voisinage, y donnera une *vraie Pluie de Sang.*

Il est mention, dans l'Histoire Romaine, d'une

Pluie de ſang, après la bataille de Cannes : ſi la choſe n'eſt pas réelle, elle eſt du moins abſolument poſſible.

II°. Que certaines Subſtances minérales, à la faveur de quelques Feux ſouterreins, répandent dans l'Atmoſphere, une grande quantité d'exhalaiſons de cinabre, de vermillon, d'autres matieres propres à donner à l'eau une couleur roüge.

Ces Exhalaiſons, à l'aide de quelque Tourbillon où de quelque Typhon ſemblable à ceux dont nous venons de parler, iront teindre en rouge, une Nuée qui ſe réſout en pluie; & cette pluie, à raiſon de ſa couleur, ſera une *apparente Pluie de Sang*.

PLUIES DE LAIT, D'ARGENT, DE CENDRES.

803. EXPLICATION. I°. Qu'une immenſe quantité d'exhalaiſons de céruſe, de chaux, & d'autres ſubſtances propres à donner à l'eau une *Couleur laiteuſe*, s'échappent du ſein de certaines Mines; & qu'elles s'élevent dans quelque Typhon ou Tourbillon, juſqu'au ſein d'une Nuée qui ſe réſout en pluie! (778).

Cette Nuée donnera une Pluie, que le mélange de cette ſubtile pouſſiere, rendra blanche & laiteuſe; & qui, à raiſon de ſa couleur, obtiendra le nom de *Pluie de Lait*.

II°. On rapporte que, ſous le regne d'Alexandre Sevére, il tomba une Pluie ſinguliére, qui blanchit & argenta des Deniers de cuivre, leſquels conſerverent leur couleur d'argent pendant pluſieurs jours.

Si le fait eſt réel : il eut vraiſemblablement pour cauſe, quelque grande éruption d'exhalaiſons émanées du ſein de certaines ſubſtances propres à ſe combiner avec l'eau, à adhérer au cuivre, à y former une *Couche de couleur d'argent*.

III°. L'éruption d'un Volcan, l'embraſement d'une Ville ou d'une Forêt, élance dans les airs une im-

menſe quantité de cendres, qu'un vent impétueux peut tranſporter à une aſſez grande diſtance.

Une pluie qui tombera avec un tel Tourbillon, ſera nommée *Pluie de Cendres.*

PARAGRAPHE SECOND.

LES MÉTÉORES LUMINEUX.

L'ARC-EN-CIEL, le Parhélie, la Paraſélene, les Couronnes ſolaires : tels ſont les Météores lumineux que nous allons faire connoître. Nous examinerons à la fin du Paragraphe ſuivant, ſi l'Aurore boréale eſt un météore igné, ou un météore ſimplement lumineux.

Nous devons avertir ici nos Lecteurs, que la *théorie des Météores lumineux*, eſt une dépendance néceſſaire de preſque tout le traité de la Lumiere; & que nous ne plaçons ici prématurément, pour ainſi dire, cette théorie, que pour ne pas tronquer un Traité auſſi intéreſſant que celui de la Météorologie.

Ceux qui n'auroient pas encore des connoiſſances ſuffiſantes ſur la nature du Fluide lumineux, ſur la diverſité de ſes Couleurs, ſur l'inégale réfrangibilité de ſes Molécules, ſur les Loix de ſa réflexion & de ſa réfraction, ſur la maniere dont ſe fait la Viſion des objets & des couleurs, dans l'œil & hors de l'œil, doivent ne lire ce Paragraphe, qu'après s'être mis au fait de tout ce qui eſt l'objet des deux premieres Sections du Traité ſuivant. La place naturelle de ce ſecond Paragraphe, eſt à la fin de la Dioptique.

THÉORIE DE L'ARC-EN-CIEL.

804. OBSERVATION. L'*Arc-en-ciel* eſt ce beau météore, en forme d'Arc de différentes couleurs, que l'on

l'on voit si souvent dans l'Atmosphere, dans des jours & dans des lieux où il pleut & où le Soleil luit en même tems : lorsqu'ayant le dos tourné au Soleil, dans un tems où il est élevé de moins de quarante-deux degrés sur l'horison, on regarde une Nuée qui se résout en pluie fine, & qui se trouve exposée aux rayons de cet Astre. (*Fig.* 4).

On apperçoit presque toujours *deux Arcs à la fois*, paralleles & concentriques : l'un intérieur, à couleurs plus éclatantes & plus vives ; l'autre extérieur, à couleurs plus foibles & plus délayées.

I°. Dans l'*Arc intérieur VKC*, les couleurs sont divisées en couches concentriques, dans cet ordre : le Rouge occupe la couche la plus haute ; le Jaune & le Vert, les couches du milieu ; le Bleu, la couche la plus basse.

II°. Dans l'*Arc extérieur NXY*, les couleurs sont également divisées en couches concentriques ; mais dans un ordre totalement différent du précédent. Le Rouge occupe la couche la plus basse ; le Vert & le Jaune, les couches du milieu ; le Bleu, la couche la plus haute.

III°. La cause de ce Phénomene, parfaitement inconnue à toute l'Antiquité, n'a commencé à se dévoiler, que depuis environ un siecle & demi. Antonio de Dominis, archevêque de Spalatro en Dalmatie, fut le premier qui expliqua ce miracle de la Nature, par la *réfraction de la Lumiere dans les Gouttes de pluie*. Descartes s'appropria cette théorie, en la rectifiant à certains égards. Newton acheva de la perfectionner, par ses belles Découvertes sur les Couleurs & sur la Réfrangibilité des Rayons lumineux.

Voici deux Expériences, où l'on va imiter & faire entendre le mécanisme physique qui produit les *deux Arcs colorés*, avec les nuances différentes qui les caractérisent.

805. EXPÉRIENCE I. Soit AA une *Boule de verre*, creuse & fort mince, pleine d'eau limpide, suspendue en l'air à une certaine hauteur que l'on puisse augmenter ou diminuer; & exposée à un *Rayon du Soleil*, qu'on reçoit par une petite ouverture S, ménagée dans un volet de fenêtre, dans une chambre inaccessible d'ailleurs à la lumiere du jour. (*Fig.* 1).

Il faut que l'Observateur, ayant le dos tourné vers le Soleil, se place vers RV, entre la fenêtre & la Boule : à telle distance & à telle hauteur, que les Rayons qui reviennent de la boule à l'œil, puissent faire avec les Rayons qui vont du soleil à la boule, tantôt des angles SFR, plus petits que 42 degrés & 2 minutes; tantôt des angles MNV, plus grands que 50 degrés & demi.

I°. Si l'angle SFR est de 42 degrés & 2 minutes : l'œil du Spectateur placé en R, apperçoit un *Rouge fort vif*, dans la direction R *x r*.

C'est le *Rouge de l'Arc intérieur*, ou de l'Arc principal, dont nous avons parlé dans l'observation précédente.

II°. Si l'œil s'éleve davantage vers V, ou que la boule AA s'abaisse tout doucement, pour faire l'angle SFV de plus en plus petit, jusqu'à ce qu'il n'ait plus que 40 degrés 17 minutes : on apperçoit successivement toutes les autres couleurs prismatiques.

L'œil en I, apperçoit le Jaune dans la direction I *x i*, sous le Rouge. L'œil en V, apperçoit le Violet confondu avec le Bleu dans la direction V*x v*, sous toutes les autres couleurs. Tel est l'Arc intérieur ou l'Iris principale.

III°. Si l'œil pouvoit embrasser à la fois tous les Rayons qui viennent de la boule AA : il verroit à la fois toutes ces couleurs différentes.

Il les voit à la fois dans l'Arc-en-ciel : parce que les Rayons qui produisent ces couleurs, sont réfrac-

tés à la fois par *différentes Boules* infiniment plus petites & placées à différentes hauteurs.

806. EXPÉRIENCE II. Si on éleve la même Boule jusqu'en BB, & que le Rayon solaire M *s* tombe sur la partie inférieure de la Boule : ce Rayon solaire M *s* se réfracte de *s* en *d*; se réfléchit de *d* en *e*; se réfléchit encore de *e* en *g*; se réfracte enfin de *g* en V, I, R. (*Fig.* 1).

I°. L'œil placé en R, quand l'angle MNR est de 50 degrés 57 minutes, apperçoit le Rouge dans la direction R *g r*.

C'est le *Rouge de l'Arc extérieur* : Rouge plus foible & plus pâle que celui de l'arc intérieur.

II°. L'œil placé en V, quand l'angle MNV est de 54 degrés 4 minutes, apperçoit le Violet confondu avec le Bleu, dans la direction V *g v*.

C'est le *Bleu de l'Arc extérieur* : Bleu plus foible & plus délayé que celui de l'arc intérieur.

III°. L'œil placé successivement entre V & R, apperçoit successivement les autres couleurs prismatiques, plus ou moins distinctes, & produites par des Rayons qui ont souffert une plus ou moins grande réfraction. Il voit le Jaune en I, au-dessous du Violet & au-dessus du Rouge.

807. EXPLICATION. I°. La Lumiere est composée de *sept Rayons primitifs* : ces rayons, hétérogenes dans leur nature, different les uns des autres en réfrangibilité. (866).

Le rayon rouge est le moins réfrangible ; le rayon violet est le plus réfrangible. Donc, en passant de l'air dans la boule & de la boule dans l'air avec une même obliquité, ces *différens Rayons* doivent essuyer chacun une réfraction proportionnée à leur différent degré de réfrangibilité ; une réfraction qui soit propre à les séparer en Classes rouges, vertes, jaunes, bleues, & ainsi du reste.

II°. Un faisceau de Lumiere solaire S s ou M s, est composé de Rayons de toute espece, rouges, verts, jaunes, bleus, orangés, tous sensiblement paralleles. Donc en tombant obliquement sur la boule AA ou BB, ces rayons doivent se réfracter inégalement selon leur plus ou moins de réfrangibilité propre.

Les *Rayons rouges*, les moins réfrangibles de tous, iront se réunir seuls dans un point R. Les *Rayons violets*, les plus réfrangibles de tous, iront se réunir seuls dans un autre point V. Les *Rayons jaunes & verts*, plus réfrangibles que les premiers, moins réfrangibles que les derniers, iront se réunir séparément entre les premiers & les derniers en I.

III°. Dans la Boule inférieure AA, une partie du rayon solaire S *s*, se réfléchit hors de la boule & dans l'air au point *s* : l'autre partie pénetre dans la boule en se réfractant vers la perpendiculaire *s* C, & prend la direction *s t*.

Au point *t*, une partie du Rayon réfracté *s t*, s'échappe hors de la boule & passe dans l'air : l'autre partie se réfléchit dans la direction *t x*, en faisant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence sur la surface *t* de la boule.

Au point *x*, une partie du Rayon réfléchi *t x*, est réfléchie en dedans de la boule : l'autre partie passe de la boule dans l'air ; & se réfracte en s'écartant de la perpendiculaire *x p*.

Cette portion du Rayon *t x*, qui passe dans l'air, se rend en rayons inégalement réfractés, & par-là même divisés, aux points R, I, V.

IV°. De même, dans la boule supérieure BB, une partie du Rayon solaire M *s* se réfléchit dans l'air en *s* : l'autre partie se réfracte en *s d*.

Au point *d*, une partie du Rayon *s d*, s'échappe hors de la boule dans l'air : l'autre partie réfléchie par la surface de la boule, de *d* en *e*.

Au point *e*, une partie du Rayon *d e* s'échappe encore hors de la boule & dans l'air ; l'autre partie se réfléchit en *g*.

Au point *g*, une partie du Rayon *e g* se réfléchit & s'éparpille dans l'intérieur de la boule : l'autre partie passe de la boule dans l'air, & se réfracte vers VIR, en s'écartant de la perpendiculaire *g p*.

V°. Les Couleurs *v*, *i*, *r*, de la Boule inférieure, sont plus vives & plus éclatantes, que celles de la Boule supérieure ; parce que le Rayon M *s* souffre plus de réflexions & une bien plus longue réfraction que le Rayon S *s*. Le premier essuie donc beaucoup plus de perte & de diminution que le dernier.

La même chose arrive aux Gouttes pluvieuses dans l'Atmosphere. L'*Air environnant* fait pour les Gouttes globuleuses, la même fonction que fait le Verre dans les Boules AA & BB.

808. APPLICATION. Il est facile de tirer de ces deux Expériences, une explication bien sensible & bien satisfaisante de tout ce qui concerne le beau phénomene de l'Arc-en-ciel : en comparant les *Gouttes d'eau* qui tombent d'une Nuée exposée aux rayons du Soleil, aux deux Boules AA & BB dont nous venons de parler. (*Fig.* 4).

Supposons donc que l'Atmosphere NXYZ soit remplie de Gouttes de pluie sensiblement sphériques : que le Spectateur se trouve placé en O, ayant le dos tourné au Soleil ; & que l'on ait tiré du centre du Soleil derriere le Spectateur, une ligne droite GOF, qui passe par l'œil du Spectateur, & qui soit parallele aux Rayons de lumiere AB, PM, DE, RS, qui tombent sur les Gouttes de pluie. D'après cette supposition, examinons ce qui se passe dans les *Gouttes K & T*, qui terminent l'Arc intérieur, & dans les *Gouttes B & M*, qui terminent l'Arc extérieur de l'Arc-en-ciel.

I°. L'*Arc intérieur* de l'Arc-en ciel, est formé par les Gouttes aqueuses K & T qui le terminent; & par d'autres Gouttes aqueuses, posées entre celles-ci: en voici tout le mécanisme physique.

D'abord, le Rayon DE se réfracte en EK; se réfléchit de K en *n*; & après s'être divisé en ses couleurs primitives, sa partie la moins réfrangible, ou l'espece rouge, est portée jusqu'à l'œil en O, sous un angle F O*n* de 42 degrés 2 minutes.

L'Œil voit la *Couleur rouge en K*: comme dans la premiere expérience. Les autres Couleurs plus réfrangibles & plus réfractées *n m* du même Rayon DE, se portent au-dessus de l'œil O; & ne l'affectent point.

Ensuite, le Rayon RS se réfracte en ST; se réfléchit de T en Q; & sortant ensuite de la goutte, il se divise en ses couleurs primitives, dont les plus réfrangibles se rendent en O sous un angle FOQ de 40 degrés 17 minutes.

L'Œil voit la *Couleur violette*, un peu confondue avec la bleue, en Q: comme dans la premiere expérience. Les autres couleurs moins réfrangibles & moins réfractées Q *m* du même Rayon RS, se portent au-dessous de l'œil & ne l'affectent point.

L'œil apperçoit déjà par-là, les deux Couleurs extrêmes de l'Arc intérieur ou de l'Arc principal VKC.

Des *Gouttes placées entre K & T*, feront voir à l'oeil O, les autres Couleurs intermédiaires de ce même Arc intérieur.

II°. L'*Arc extérieur* de l'Arc-en-ciel, est formé par les Gouttes aqueuses B & M qui le terminent; & par d'autres Gouttes aqueuses, placées entre celles-ci: en voici encore le mécanisme physique.

D'abord, le Rayon P *t*, réfracté en *t v*, réfléchi en *v x*, réfléchi en *x* M, se divise en ses Couleurs diffé-

rentes au point M ; & la moins réfrangible de ces couleurs, la Rouge, va donner à l'œil O la *sensation du Rouge en M*, sous l'angle FOM de 50 degrés 57 minutes : comme dans la seconde expérience.

Les autres Couleurs, plus réfrangibles & plus réfractées M *m*, se perdent au-dessous de l'œil.

Ensuite le Rayon A *r*, deux fois réfracté & deux fois réfléchi comme le précédent, se porte dans l'œil O par ses molécules les plus réfrangibles, qui donnent la *sensation du Violet*, confondu avec le Bleu en B, sous l'angle FOB de 54 degrés 4 minutes : comme dans la seconde expérience.

Les autres couleurs moins réfrangibles & moins réfractées B*m*, se portent au-dessus de l'œil & ne l'affectent point.

Par ce mécanisme, l'œil O apperçoit déjà les deux couleurs extrêmes de l'Arc supérieur. D'autres Gouttes, placées entre la goutte B & la goutte M, feront voir & sentir à l'œil, les autres couleurs intermédiaires de ce même Arc.

III°. Les quatre Gouttes B, M, E, S, dont nous venons de parler, ne peignent encore à l'œil O, que *quatre points de l'Arc-en-ciel.*

Pour concevoir tout d'un coup, comment l'œil voit un *Arc entier de chaque couleur :* supposons que les lignes QT, OK, OM, OB, qui tiennent à la ligne OF, tournent ou fassent une révolution autour de OF comme autour de leur axe. Elles décriront des surfaces coniques, dont les bases NBY, VKC, seront circulaires ; & dont l'axe commun est la ligne OF, menée du centre du Soleil dans l'œil du Spectateur, & prolongée indéfiniment au-delà de cet œil.

Comme la *Couleur rouge* K de l'Arc intérieur, par exemple, vient à l'œil de toute part, sous un angle de 42 degrés 2 minutes ; l'œil O appercevra & rapportera la couleur en K, en V, en C : puisque ces

trois points font également un angle de 42 degrés 2 minutes, avec le rayon DE ou OF. (*Math.* 359).

De même, comme la *Couleur bleue ou violette B* de l'Arc supérieur, vient à l'œil de toute part, sous un angle de 54 degrés 4 minutes ; l'œil O appercevra & rapportera cette couleur bleue de l'arc extérieur en B, en Y, en N : puisque ces trois points terminent également des angles de 54 degrés 4 minutes, formés par le rayon qui vient du soleil à la goutte, & de la goutte à l'œil ; comme nous l'avons observé dans la seconde expérience.

On peut & on doit dire la même chose, des autres couleurs de l'arc intérieur & de l'arc extérieur.

809. REMARQUE I. Quoique toutes les Gouttes aqueuses de la nuée NXYZH, réfractent & réfléchissent également des Rayons du Soleil : l'œil O ne doit point voir une *Aire de cercle colorée*, mais simplement un Arc de cercle coloré. (*Fig.* 4).

La raison en est, que les Couleurs réfractées ne sortent des Gouttes, que sous un angle déterminé. Par exemple, la *Couleur rouge* de l'Arc intérieur VKC, ne sort de la goutte K, que sous un angle FOK de 42 degrés 2 minutes : d'où il s'ensuit que la Couleur rouge qui sort d'une goutte en H ou en Z, sous un angle de 42 degrés 2 minutes, ne peut pas se porter dans l'œil O. L'œil O ne peut donc pas voir en H ou en Z, dans l'Aire du cercle, une couleur qui ne l'affecte pas ; une couleur qui a sa direction au-dessous ou à côté de lui.

On peut dire la même chose des *autres Couleurs*, qui toutes, au sortir de la goutte réfractante, ont leur direction sous des angles déterminés qu'elles font avec le rayon direct AB & DE. Aucune de ces couleurs ne peut se porter, de H ou de Z, dans l'œil O ; parce que l'angle de sa direction au point H ou au point Z, la porte loin de l'œil placé en O.

810. REMARQUE II. On voit une plus grande ou une plus petite portion de l'Arc-en-ciel : selon que le Soleil est plus ou moins élevé sur l'horison.

I°. Quand le Soleil est dans l'horison ; la ligne OF est horisontale. On voit alors la partie la plus basse Q de l'Arc intérieur, sous un angle FOQ de 40 degrés 17 minutes au-dessus de l'horison : l'Arc-en-ciel est une demi-circonférence. (*Fig.* 4).

II°. Quand le Soleil est élevé de 20 degrés au-dessus de l'horison ; la ligne OF s'abaisse de 20 degrés au-dessous de l'horison. On voit alors le point Q de l'Arc-en-ciel, de 20 degrés plus bas & plus près de l'horison qu'auparavant ; l'œil apperçoit l'Arc-en-ciel, non sous la forme d'une demi-circonférence, mais sous la forme d'un segment de circonférence.

III°. Quand le Soleil est élevé de plus de 40 degrés au-dessus de l'horison ; la ligne OF s'abaisse de plus de 40 degrés au-dessous de l'horison. Le point Q de l'Arc-en-ciel est sous l'horison, & cesse de réfléchir le Rayon dans l'œil placé dans l'horison : il n'y a plus d'Arc-en-ciel visible en entier pour l'œil O.

IV°. Si, lorsque le Soleil est dans l'horison, l'œil se trouvoit placé à 60 degrés au-dessus de l'horison ; il pourroit voir la circonférence entiere de l'Arc-en-ciel : parce qu'alors la ligne OF pourroit décrire une surface conique dont la base VKCV, ou NXYN, seroit terminée de toute part dans la Nuée pluvieuse.

Mais comme l'œil est ordinairement placé dans l'horison, il n'apperçoit qu'un arc plus ou moins grand de ces bases coniques, terminées dans la Nuée réfractante.

V°. Quelquefois l'œil, au lieu d'un *Arc VKC*, n'apperçoit que la moitié ou le quart, ou telle autre portion VK de cet arc : parce que la seule portion VK de la Nuée réfractante, se résout actuellement en gouttes pluvieuses, éclairées par le Soleil.

811. REMARQUE III. La largeur KQ de l'Arc inférieur, XM de l'arc supérieur, est plus grande d'environ un demi-degré, que ne la donnent les limites connues de la réfrangibilité des rayons. (*Fig.* 4).

Cet *excès de Largeur*, est occasionné par la grandeur du disque du Soleil, lequel a environ un demi-degré de diametre. Les Rayons qui partent de la partie supérieure & de la partie inférieure de ce Disque, doivent donc être écartés, après leur réfraction, d'environ un demi-degré de plus qu'ils ne le seroient, s'ils partoient tous du centre même de cet astre.

Selon les déterminations données par Newton, la largeur de l'Iris intérieure KQ, est de 2 degrés 15 minutes; la largeur de l'Iris extérieure XM, de 3 degrés 40 minutes; la distance MK des deux iris, de 8 degrés 25 minutes.

812. REMARQUE IV. On peut imiter l'arc-en-ciel, d'une maniere assez simple. Par exemple, que l'on fasse une assez grande Fontaine de verre AB, hérissée d'un grand nombre de petits tubes coniques, par où l'eau puisse s'écouler en fort petits filets qui se diviseront dans l'air en gouttes pluvieuses. (*Fig.* 7).

Cette Fontaine étant exposée aux rayons du Soleil à une hauteur convenable : que l'on se place entre le soleil & la fontaine, & que l'on mette un drap noir derriere les gouttes jaillissantes. On verra un *Arc-en-ciel parfait*, dans les gouttes de cette fontaine BMN.

813. REMARQUE V. L'Arc-en-ciel se montre quelquefois pendant la nuit : il ressemble en tout à celui dont nous venons de donner l'explication : si ce n'est que dans l'*Arc-en-ciel nocturne*, les couleurs sont incomparablement moins vives.

Ce phénomene est dû à la *lumiere de la Lune*; qui pendant la nuit se réfracte & se réfléchit dans une Nuée pluvieuse, sous les mêmes angles & par le

même mécanisme que la lumiere du Soleil pendant le jour.

Dans l'explication que nous venons de donner ; substituez par-tout la lumiere de la Lune, à celle du soleil ; & l'explication du premier Phenomene, devient celle du dernier.

LE PARHÉLIE ET LA PARASÉLENE. (*).

814. EXPLICATION I. Le *Parhélie* est une image du Soleil peint dans une Nuée. Ce phénomene est souvent accompagné d'anneaux ou de couronnes, assez semblables pour les couleurs, à l'Arc-en-ciel.

On a vu à la fois dans le Ciel, en plusieurs occasions, deux, trois, quatre Soleils, plus ou moins distans les uns des autres ; & tels qu'on avoit peine à distinguer l'image de la réalité.

I°. *Le Parhélie peut absolument être produit par réflexion :* savoir, lorsque les rayons solaires, tombant sur une Nuée pluvieuse, fort dense & fort noire, & convenablement exposée au soleil, en sont réfléchis comme par un miroir ou par un bassin d'eau. Par exemple, (*Fig.* 6) :

L'œil étant en B, le Soleil S sera vu en S par le rayon direct BRS ; & en X, par le rayon réfléchi STB. L'image du Soleil dans la Nuée T, est un parhélie.

II°. *Le Parhélie est communément produit par réfraction :* savoir, lorsqu'une Nuée convenable, réfractant les rayons du Soleil, les porte à l'œil dans une direction différente de celle qu'ils ont en venant de cet Astre.

Par exemple, le Soleil S sera vu en S, par le rayon direct RS ; & en Z, par le rayon réfracté SVB.

(*) ETYMOLOGIE. Parhélie ; de παρὰ, *propè ;* & de ἥλιος, *Sol.* Paraſélene ; de παρὰ, *propè*, & de σελήνη, *Luna.* Phénomene qui se montre auprès du Soleil, auprès de la Lune.

IIIº. Comme ce phénomene a plus souvent lieu dans les Zones glaciales, que dans les Zones tempérées & torrides : plusieurs Physiciens, tels que Newton, Huyghens, Muschembroek, pensent que les Vapeurs glacées dans une Nuée située entre le soleil & l'observateur, contribuent principalement à sa formation.

815. EXPLICATION II. La *Parasélene* est l'image de la Lune peinte dans une Nuée. On voit quelquefois plusieurs Lunes dans le Ciel : comme on y voit plusieurs Soleils. (*Fig.* 6).

Ce Météore, produit par le même mécanisme que le précédent, a pour cause la réflexion ou la réfraction des rayons lunaires dans une Nuée convenable.

LES COURONNES SOLAIRES ET LUNAIRES.

816. EXPLICATION. Le Soleil & la Lune se montrent assez souvent entourés d'anneaux ou de couronnes, de couleur tantôt rouge, tantôt bleue, tantôt jaune, & ainsi du reste. Ce phénomene a pour cause, certains amas de Vapeurs, placées entre l'Astre & le Spectateur. (*Fig.* 5).

Par exemple, soit à une hauteur de douze ou quinze ou dix-huit cens toises au-dessus de la surface de la Terre, une assez grande couche *de Vapeurs très déliées AB*, qui ait la forme d'une couronne ; ou mieux encore, la forme d'un *segment circulaire de Loupe*, dont le centre de courbure seroit en C.

Iº. Les rayons solaires SA & SB, en entrant dans cette couche de Vapeurs, se réfractent en s'approchant de la Perpendiculaire AC & BC ; & se portent dans l'œil R.

Les Couleurs prismatiques de ces Rayons réfractés, seront vues en *a* & en *b* : où elles formeront une espece de couronne circulaire autour du Soleil ou de la Lune S.

Si cette couche de Vapeurs, écarte & disperse loin de l'œil R, tous les Rayons réfractés & divisés en leurs couleurs prismatiques, à l'exception des *Rayons rouges* : la couronne ou le segment AB ou *ab* paroîtra rouge.

Cette même couronne ou ce même segment paroîtroit bleu : si les seuls *Rayons bleus*, après la réfraction qui les divise, parvenoient dans l'œil R.

II°. Si la couche de vapeurs AB, étoit pour la figure, une espece de Sphère ou de Loupe ; & telle qu'elle interceptât ou absorbât tous les Rayons du Soleil ou de la Lune S, excepté les *Rayons jaunes* : le Disque de la Lune ou du Soleil paroîtroit jaune.

III°. Les Nuages colorés en rouge, en jaune, en bleu, doivent leurs couleurs prismatiques aux réfractions qu'essuie la Lumiere en les pénétrant.

Si les Rayons les plus réfrangibles & les plus réfractés parviennent seuls jusqu'à l'œil, le nuage est violet.

Si les Rayons les moins réfrangibles & les moins réfractés se rendent seuls dans l'œil ; tandis que les autres passent ou au-dessus ou au-dessous ou à côté de l'œil : le Nuage est rouge. C'est encore ici la même théorie que nous avons donnée en parlant de l'Arc-en-ciel.

PARAGRAPHE TROISIEME.

LES MÉTÉORES IGNÉS.

817. OBSERVATION. On voit souvent dans l'Atmosphere, des matieres qui s'y enflamment avec plus ou moins de véhémence, & sous mille formes différentes ; & qui y produisent les divers Phénomenes que nous désignons ici sous le nom général de *Météores ignés*.

Ces Météores doivent leur origine à des exhalaisons sulfureuses, nitreuses, huileuses, bitumineuses, phosphoriques, & autres semblables; qui échappées du sein des trois Regnes de la Terre, s'élevent à différentes hauteurs dans l'Atmosphere; s'y amassent, s'y combinent, y fermentent, s'y enflamment, s'y dissipent. Leurs différences de figure, de grandeur, d'éclat, sont dues ou à la différente qualité de la Matiere inflammable, qui les forme; & qui, à raison des différens Principes d'où elle émane, peut varier à l'infini & dans sa nature & dans sa masse; ou à la différente qualité de l'Atmosphere elle-même, qui à raison de la condensation & de la dilatation, de l'agitation ou du calme dont elle est susceptible, peut occasionner des variétés infinies aux matieres hétérogenes qui se trouvent parsemées dans son sein, & répandues à différentes hauteurs, dans ses couches inégalement denses & pesantes.

I°. La Chymie nous apprend que deux especes différentes de substances, qui séparées sont paisibles & tranquilles, font effervescence & s'enflamment *par le Mêlange de l'une avec l'autre.*

Pourquoi la rencontre fortuite de certaines substances fermentescibles dans l'Atmosphere, ne pourroit-elle pas y occasionner leur inflammation?

II°. L'Expérience nous apprend que certaines matieres s'échauffent & s'enflamment en mille circonstances, *par le simple Frottement de l'une contre l'autre.*

Pourquoi des exhalaisons inflammables ne pourroient-elles pas devoir leur fortuite inflammation, au choc des nuées, à l'impulsion des vens, qui les font heurter avec violence les unes contre les autres?

III°. De cette *double Cause physique*, peut naître évidemment l'inflammation des différentes Exhalaisons qui se trouvent répandues dans l'Atmosphere: inflammation qui peut varier à l'infini dans ses apparences,

à raiſon de la différente nature, de la différente poſition, de la différente quantité des matieres qui conſtituent ces ſortes d'exhalaiſons.

Delà les *Feux follets*, que l'on peut conſidérer comme de petites couches ou de petites traînées de matieres bitumineuſes ou phoſphoriques ; qui placées les unes à côté des autres, s'enflamment ſucceſſivement, ou par leur mêlange, ou par leur frottement.

Delà les *Globes de feu*, les *Fleches ignées*, les *Etoiles tombantes*, & mille autres ſemblables Météores ignés ; qui ne ſont autre choſe que des exhalaiſons enflammées dans la très-baſſe région de l'Air ; & qui ſe montrent ſous différentes formes, à raiſon de leur poſition, de leur denſité, de leur étendue, de leur inflammabilité : tantôt fermentant & s'enflammant paiſiblement au ſein des couches aérienes où elles ſe trouvent éparpillées ; tantôt coulant en ſerpentant en ruiſſeau de feu dans l'Atmoſphere, à meſure que l'inflammation les précipite les unes ſur les autres, ou les écarte & les diſſipe en différens ſens : nous en parlerons encore ailleurs. (1100).

Le *Tonnerre* eſt auſſi un Météore igné : mais il mérite une explication à part.

L'ÉCLAIR, LA FOUDRE, LE TONNERRE.

818. OBSERVATION. Le plus effrayant des Météores, eſt auſſi le moins bien connu. Si la connoiſſance des plus ſimples phénomenes de la Nature, demande tant d'attention & de ſagacité : comment ſaiſir & connoître un *Phénomene également terrible & compliqué*, qui ſe forme, produit ſes ravages, & s'évanouit, dans un même clin d'œil ; qui conſume tout ce qu'il atteint, bouleverſe tout ce qu'il avoiſine ; & ne laiſſe d'autre monument de ſa fatale exiſtence, que le déſaſtre dans la Nature, & l'épouvante dans les Eſprits ?

I°. On nomme *Eclair*, cette lumiere vive & ſu-

bite, qui s'élance du ſein d'un nuage enflammé & entrouvert.

II°. On nomme *Foudre*, ce torrent de matiere embraſée, ce ruiſſeau de feu, qui renverſe les édifices les plus ſolides, qui conſume ou qui fond les corps les plus durs, qui étouffe ou calcine les êtres vivans expoſés à ſa chûte.

III°. On nomme *Tonnerre*, ce bruit terrible qui accompagne l'ignition & l'exploſion de cette matiere fulminante.

Ces trois phénomenes, auxquels on donne le nom général de *Tonnerre*, ſemblent n'avoir qu'une ſeule & même cauſe: mais quelle eſt cette cauſe? La Phyſique n'a pu encore donner que des conjectures ſur cet objet.

Nous allons rapporter les *deux Syſtêmes* qui partagent le Monde philoſophe à cet égard. L'un, plus moderne, fait conſiſter ce terrible Météore, dans l'action de la Matiere électrique: l'autre, plus ancien, lui donne pour cauſe, l'inflammation & l'exploſion des différentes exhalaiſons qui s'élevent de la Terre dans l'Atmoſphere.

819. SYSTÊME I. Les belles Découvertes que l'on a faites depuis un ſiecle, ſur l'Electricité, ont fait appercevoir tant d'analogie entre la *Matiere électrique* & la *Matiere fulminante*; que la plupart des Phyſiciens regardent aujourdhui la formation & l'action du Tonnerre, comme une dépendance manifeſte de la Vertu électrique.

L'univerſalité de la Matiere électrique, la promptitude de ſon action, les caracteres particuliers de ſon inflammabilité, l'activité & l'énergie avec laquelle elle enflamme d'autres matieres, l'étonnante propriété qu'elle a de frapper les Corps intérieurement & extérieurement juſque dans leurs moindres

parties:

parties : tout cela ne semble-t-il pas annoncer qu'elle est la cause des merveilleux phénomenes du Tonnerre ; & que le Tonnerre est entre les mains de la Nature, ce que l'Electricité est entre les nôtres ?

Ce nouveau Systême nous paroît infiniment plus satisfaisant que l'ancien ; & nous en donnerons une assez ample explication, dans la théorie de l'Electricité. (1098).

Cependant, comme il n'est pas complettement démontré que l'ancien Systême soit faux ; & que les modernes Découvertes, en mettant sous nos yeux la théorie expérimentale du Gas nitreux & du Gas inflammable, dans ce qui concerne leurs merveilleuses absorptions, leurs étonnantes inflammations, leurs explosions & leurs détonnations foudroyantes, semblent le favoriser à certains égards (1809 & 1829) : nous allons en donner une succinte notion.

820. SYSTÊME II. Selon les anciens Physiciens, le Tonnerre (en comprenant sous ce nom toutes les parties de ce Météore, l'éclair, la foudre & le bruit), a pour cause les exhalaisons sulfureuses, nitreuses, bitumineuses, qui exaltées & accumulées dans la basse région de l'Air, y fermentent & s'y enflamment ; delà l'*Eclair* : entrouvrent le sein des Nuées avec une violente explosion ; delà le bruit ou le *Tonnerre* : serpentent ou se précipitent en globes ou en torrens de feu, avec une inconcevable vîtesse ; delà la *Foudre*. Dans cet ancien Systême :

I°. Il y a des Eclairs sans foudre & sans tonnerre sonore : savoir, quand la Matiere fulminante, éparpillée & peu condensée dans l'Athmosphere, s'enflamme librement sans résistance ; semblable à des traînées de Poudre à canon, qui prennent feu librement en plein air.

II°. Il y a Foudre & Tonnerre sans éclair : savoir,

quand le Matiere fulminante, fermentée & condensée au sein d'une Nuée, s'enflamme avec une violente explosion; & qu'un épais nuage empêche la lumiere, en laquelle consiste l'éclair, de parvenir jusqu'à lœil de l'Observateur.

III°. La Foudre consume quelquefois les parties extérieures d'un Corps; sans causer aucun dommage aux parties intérieures. Par exemple, elle réduit en cendres une Bourse, sans endommager l'or ou l'argent qu'elle contient : elle brûle les habits, sans altérer le corps de la Personne qui en est revêtue.

Cela arrive, dit-on; parce que l'exhalaison fulminante, très-subtile & très-raréfiée, a assez de force pour pénétrer & pour diviser des corps fort poreux & peu résistans; & trop peu, pour pénétrer & pour diviser des corps beaucoup plus compactes & plus résistans.

IV°. La Foudre, dit-on encore, consume quelquefois les parties intérieures d'un Corps; sans faire aucun mal aux parties extérieures. Par exemple, elle desseche & calcine l'intérieur d'un fruit; sans laisser aucun signe de lésion, dans la peau ou dans l'écorce : elle réduit en cendres toutes les parties intérieures du Corps humain, sans en altérer les habits & la peau : elle fond une épée, sans nuire au fourreau; l'or contenu dans une bourse, sans brûler la bourse.

Cela arrive, dit-on; parce que l'exhalaison fulminante, très-subtile & très-impétueuse, passant avec une vîtesse comme infinie à travers les pores plus nombreux & plus ouverts des parties extérieures, n'a pas le tems de les endommager : au lieu que les parties intérieures, plus denses & plus compactes, lui opposent plus de résistance; sont plus long-tems exposées à son action; lui donnent le moyen d'employer toute son activité à les diviser, à les décomposer, à les calciner.

V°. On tâche d'appuyer toute cette explication, par la théorie de la Poudre fulminante & de la Poudre à canon : qui sont, dit-on, des images ou des imitations sensibles du Tonnerre.

Nous allons donner une suffisante notion de ces deux *productions de l'Art* : afin que chacun puisse voir & juger par soi-même, quelle analogie il peut y avoir entre les phénomenes de cette double espece de Poudre, & les phénomenes du Tonnere.

LA POUDRE FULMINANTE.

821. EXPLICATION. La *Poudre fulminante* est un Mélange de trois parties de Nitre, de deux parties d'Alkali du Tartre, & d'une partie de Soufre. On pourra prendre une idée suffisamment développée de ces trois Principes chymiques, dans le dernier Volume de cet Ouvrage. (1559, 1570, 1580).

Pour faire en petit cette Préparation chymique : il faut bien broyer & bien mêler ensemble trois gros de Nitre ou de Salpêtre bien pur & bien séché, deux gros d'Alkali de Tartre, & un gros de fleur de Soufre : le tout sera mis dans une *grande cueillere de Fer*, que l'on posera sur des charbons médiocrement allumés.

A mesure que ce Mélange s'échauffe : on le voit se roussir & ensuite se noircir par les bords. Il devient liquide : il fume un peu : sa superficie paroît couverte de petites flammes bleuâtres ; & un instant après, il se dissipe subitement avec un bruit effroyable, assez semblable à un coup de Canon.

Ces trois Principes, le Salpêtre, le Tartre, le Soufre, mêlés & combinés ensemble, contribuent conjointement à la production des effets qu'on vient d'observer.

I°. Les changemens de couleurs, la vapeur, la petite fumée bleuâtre, viennent principalament du

Soufre; qui se fond plus promptement, & qui brûle plus aisément, que le Salpêtre & que l'Alkali du Tartre.

II°. Le Soufre, fondu le premier, aide & accélere la fusion des deux autres Principes; qui, plus fixes ou moins volatils, empêchent en grande partie sa dissipation, le retiennent & se combinent intimement avec lui.

III°. La Matiere ignée, qui s'accumule successivement dans ce Mélange, & qui acquiert d'autant plus de force expansive, que son action est plus long-tems continuée, que son explosion est plus long-tems retardée, arrive enfin à un degré d'activité où elle enflamme & dissipe subitement & tout à coup, avec une horrible violence, ces trois Principes intimement mêlés & combinés ensemble.

IV°. La Masse de l'Air environnant, subitement frappée & agitée par un grand volume de flamme & de vapeur infiniment rapide, retentit à proportion de la secousse qu'elle reçoit, & du frémissement qui est imprimé à ses molécules élastiques. (753).

822. REMARQUE. L'Or & le Fer deviennent aussi *fulminans*: lorsqu'ayant été dissous par l'Eau régale, & précipités par une forte lessive de quelque Alkali volatil, on les expose au feu dans une Cueillere de fer, ou simplement sur une Lame de couteau.

On trouvera, dans le dernier volume de cet Ouvrage, sous les Numeros 1703 & 1704, une suffisante explication de tout ce qui concerne cette très-merveilleuse & très-dangereuse opération de la Chymie.

LA POUDRE A CANON.

823. EXPLICATION. La *Poudre à canon*, & en général, la Poudre dont on fait usage dans toute les Armes à feu, est un Mélange exact & très-in-

time de 75 parties de Nitre bien purifié, de 15 parties & demi de Charbon de bois, & de 9 parties & demi de Soufre. L'Expérience a fait connoître que les proportions ici marquées sont les meilleures de toutes, pour former une Poudre excellente; ou une Poudre qui ait & la plus grande promptitude & la plus grande vivacité dans son inflammation.

Pour faire *cette Poudre*, on prend les trois Ingrédiens ou les trois Principes qui doivent la former; & on en fait une division très-exacte & un mélange très-intime, en les pilant ensemble dans un *Mortier de bois*, avec un Pilon de même matiere, pendant douze heures de suite: ayant soin de l'humecter de tems en tems avec un peu d'eau. Il en résulte *une Pâte* qui, par le moyen de certains cribles à travers lesquels on la fait passer, & de certaines manipulations qui la divisent au sortir de ces cribles, se réduit en grains, plus gros pour l'usage du Canon, plus petits pour l'usage de la Chasse: c'est la *Poudre* qu'il s'agissoit de former; Poudre dont l'invention est due au quatorzieme siecle, sans que l'on en connoisse l'Auteur.

I°. Il est démontré par l'Expérience, que *le Nitre* contient un immense volume d'Air très-pur, d'Air infiniment propre à la combustion; un volume égal à sept ou huit cens fois son volume: ce qui le rend très-propre à s'enflammer & à favoriser l'inflammation des substances combustibles avec lesquelles il se trouve convenablement uni & combiné. (1796).

Il n'y a que deux moyens généraux d'enflammer le Nitre, ou plutôt son Acide qui est principalement sa partie inflammable. Le *premier*, c'est de l'appliquer à un Corps combustible, rouge & pénétré de feu; par exemple, à un charbon ardent: le *second*, c'est de le mettre lui-même en incandescence, & de lui appli-

quer un corps combuſtible; par exemple, un charbon éteint.

On ne connoît que ces deux voies, pour procurer la *détonnation du Nitre:* phénomene qui conſiſte en ce que l'Acide nitreux s'enflamme & ſe décompoſe en un inſtant; lorſqu'il a un contact immédiat avec des corps dont le Phlogiſtique eſt dans le mouvement igné; ou lorſqu'il eſt lui-même dans le mouvement igné.

II°. Dans le mélange intime du Nitre avec le Soufre & le Charbon: les particules très-diviſées & très-atténuées du nitre & du ſoufre & du charbon, acquierent le contact le plus immédiat, l'union la plus intime qu'il ſoit poſſible de leur procurer.

Le Phlogiſtique du Soufre & du Charbon, s'unit intimement au Nitre dans les mortiers & ſous les pilons; & ce Phlogiſtique, quand le mélange eſt diviſé & ſéché, ſe trouve dans l'état le plus propre à l'ignition.

III°. Une Etincelle vient-elle à tomber ſur ce mélange? La partie inflammable du charbon & du ſoufre, prend feu tout à coup: l'Acide nitreux eſt dans le ſecond cas dont nous venons de parler; c'eſt-à-dire, dans l'état d'ignition, & appliqué à un corps combuſtible, ſavoir, au charbon. (1614 & 1796).

IV°. Les lumieres de l'Eſprit humain ne peuvent guere aller bien avant, dans ce qui concerne les grands phénomenes de l'*Exploſion* & de la *Détonnation* de la Poudre enflammée dans une Arme à feu.

Il paroît que ces deux Phénomenes doivent leur exiſtence à *certains Gas infiniment expanſibles*, que produit la diſſolution inſtantanée du Nitre, du Soufre, du Charbon, ſous l'action du Fluide igné qui pénetre & qui décompoſe en un inſtant, en moins d'un clin d'œil, ces trois eſpeces de ſubſtances: ſans que l'on puiſſe rendre aucune raiſon bien ſenſi-

ble & bien satisfaisante de la formation & de l'action de ces sortes de Gas ; qui sont peut-être un mélange & un alliage de tous les Gas connus & de plusieurs Gas qui peuvent rester encore à connoître.

824. APPLICATION. Les Physiciens qui tiennent encore à l'*ancienne théorie du Tonnerre*, & qui veulent que ce terrible Météore ne soit qu'une simple inflammation des exhalaisons de l'Atmosphere, se bornent à transporter dans les Nues, l'artifice & le mécanisme de la Poudre fulminante & de la Poudre à canon. Dans cette hypothese :

I°. Si des exhalaisons de soufre, de salpêtre, de tartre, & d'autres semblables, se mêlent & fermentent dans les Nues : elles doivent, en s'enflammant, y produire des effets assez semblables à ceux de la Poudre fulminante & de la Poudre à canon. Delà, l'éclair, la foudre, le tonnerre.

II°. Si des exhalaisons simplement sulfureuses, très-volatiles & très-inflammables, prennent feu dans la Nue, sans être mêlées à d'autres exhalaisons plus fixes & capables de suspendre pour un tems leur ignition & leur explosion : on aura un simple éclair, ou une inflammation sans ruisseau de matiere fulminante, & le plus souvent sans éclat ou sans tonnerre.

III°. Quand l'exhalaison fulminante, subitement enflammée, s'échappe tout à coup du sein de la Nuée entrouverte, par une seule ouverture : c'est un seul coup de Tonnerre ; mais qui pourra être répété plusieurs fois par la réflexion des nuées ou des montagnes ; lesquelles forment quelquefois comme autant d'Echos. (779).

Quand l'exhalaison fulminante entrouvre successivement la Nuée en plusieurs endroits différens : elle éclate en tout autant de coups de Tonnere, que la Nuée essuie de crevasses.

IV°. Une même Nuée produit plusieurs fois l'éclair, la foudre, le tonnerre : parce qu'elle contient dans son sein, différens Tas de matieres inflammables, qui fermentent les uns indépendamment des autres; & qui arrivent successivement & séparément au point de fermentation, d'où doit résulter leur explosion.

V°. Si l'exhalaison fulminante, ou la traînée de matiere inflammable, s'éleve de la Terre vers la Nue, & qu'elle commence à prendre feu dans la partie supérieure : on verra la Foudre tomber comme en ruisseau serpentant, de la Nue vers la Terre.

Si au contraire, la couche ou la traînée de matiere inflammable, s'allume d'abord dans la partie inférieure : on verra la Foudre s'élancer de la Terre vers la Nue; comme effectivement elle le fait assez fréquemment.

VI°. Il y a quelquefois des éclairs & du tonnerre, dans un tems parfaitement serein : savoir, lorsqu'il y a très-peu de vapeurs, & beaucoup d'exhalaisons inflammables, dans une portion de l'Atmosphere, près de la surface de la Terre.

Ces exhalaisons, disent les Partisans de l'hypothese que nous dévéloppons sans l'adopter, peuvent fermenter & s'enflammer dans l'Atmosphere, sans le secours des vapeurs; & y produire tous les effets, qui en résultent dans une Nuée formée principalement par les vapeurs.

LES AURORES BORÉALES.

825. EXPLICATION. L'*Aurore boréale* est une espece de Nuée transparente & lumineuse, qui paroît de tems en tems dans l'Atmosphere, surtout du côté du Nord : où elle répand au milieu des ombres de la nuit, une clarté plus vive, plus variée, plus intéressante, que celle que nous donne l'Aurore même dont elle a pris le nom. (*Fig.* 3).

On croiroit quelquefois qu'un incendie général embrase à la fois toutes les régions situées entre le Cercle polaire & le Pole septentrional ; & que la flamme & la fumée de cet incendie, en éclairant tout le Nord, s'élevent à une immense hauteur dans l'Atmosphere.

I°. L'Aurore boréale MDNC ne se montre pas toujours de la même maniere, & n'a pas toujours la même figure & la même grandeur.

Elle a le plus communément la forme d'un *Segment de cercle*, qui offre à la vue des variétés infinies : tantôt divisée en arcs concentriques de différentes couleurs ; tantôt rayée de bandes lumineuses, verticales & paralleles : ici dardent des tourbillons d'un feu plus ou moins vif, plus ou moins pâle ; là vomissant des torrents ondoyans d'une fumée plus ou moins sombre, plus ou moins dense : quelquefois suspendue entre le Ciel & la Terre ; plus souvent appuyée par les deux extrémités de son Arc MN, sur la Terre, comme sur sa base : un jour, fixe & immobile en un même lieu ; le lendemain, errante & mobile de l'orient vers le couchant, ou du couchant vers l'orient : tantôt stable & invariable dans les couleurs qu'elle étale ; tantôt changeant & métamorphosant sans cesse ses couleurs, le pâle en éclatant, le pourpre en violet, le vert en orangé, & ainsi du reste.

II°. Ce Spectacle MDNC n'est pas borné à la durée de quelques moments : il se montre & il se renouvelle quelquefois pendant plusieurs nuits de suite, & pendant des mois entiers.

La Nuée lumineuse s'étend quelquefois jusqu'à quatre-vingt & même jusqu'à cent degrés dans la ligne horisontale, d'occident en orient ; & s'éleve dans l'Atmosphere DC, vers le zénith, jusqu'à trente ou quarante degrés au-dessus de l'horison. Elle est

communément beaucoup moindre : rarement elle est plus grande ou même aussi grande.

III°. Ce n'est guere que depuis l'année 1716, que l'on a commencé à observer avec soin les Aurores boréales : phénomenes à peine connus aux anciens Physiciens.

Une longue suite d'observations, rapprochées & comparées entre elles, pourra peut-être un jour répandre plus de lumiere sur ce Météore singulier, dont la cause & l'origine sont encore enveloppées d'épaisses ténebres.

Nous allons bientôt exposer & examiner les *différens Systêmes*, que l'on a imaginés sur cet objet. Mais il est à propos de donner auparavant une idée générale de la hauteur de ce Météore dans l'Atmosphère.

826. OBSERVATION. La *même Aurore boréale CD*, formée en Norvege ou en Laponie, pourra être observée à la fois & au même instant par deux Observateurs, dont l'un se trouve en A à Paris, & l'autre en B à Rome. (*Fig.* 3).

L'un en voit le sommet C, dans un point *a* du ciel: l'autre en voit le même sommet C, dans un autre point *b* du ciel : l'Angle parallactique *a*C*b* est égal à l'angle opposé au sommet ACB.

I°. Pour connoître tout ce *Triangle ACB* : il suffira d'en connoître la base AB, & les trois angles A & B & C, que l'on mesurera & que l'on évaluera par des méthodes géométriques. Par exemple :

En mesurant l'arc intercepté entre le zénith de Paris A & le zénith de Rome B : on connoîtra l'arc terrestre ADB, intercepté entre Paris & Rome. (1366).

En connoissant l'Arc terrestre ADB : on connoîtra sa corde AB, qui est deux fois le sinus de la moitié de cet arc. (*Math.* 639).

En connoissant la corde AB : on connoîtra l'an-

gle qu'elle forme ſur la tangente au point A de l'arc ADB : puiſque cet angle, ſavoir, l'angle formé par la corde AB & par la tangente au point A, eſt un angle du ſegment, qui a pour meſure la moitié de l'arc connu ADB. (*Math.* 376).

Après quoi, ſi on dirige le Plan d'un Graphometre ou d'un Quart de cercle (*Math.* 420), en telle ſorte qu'une alidade aboutiſſe au point C ; tandis que l'autre alidade, parallele à la ligne AB, fait ſous la Tangente, un angle égal à l'angle trouvé du ſegment en A : on aura ſur cet Inſtrument, la valeur de l'angle CAB.

Ainſi, dans le Triangle ACBA, on connoîtra l'angle C, l'angle A, & la baſe AB : on connoîtra par conſéquent dans ce Triangle, le côté AC & le côté BC ; qui repréſentent l'éloignement de la Nuée lumineuſe. (*Math.* 702).

II°. On trouvera auſſi la hauteur de la Nuée lumineuſe ou de l'Aurore boréale CD, au-deſſus de l'horiſon ; en cette maniere. Connoiſſant le côté CA, que l'on vient de trouver ; on meſurera l'angle ACD, au-deſſus de la ligne horiſontale : après quoi, on abaiſſera par la penſée, une Perpendiculaire ſur la ligne horiſontale indéfiniment prolongée ſous le point C.

Et alors on aura un *nouveau triangle*, qui ſera rectangle ſous le point C ; & dont on connoîtra l'angle droit, l'angle A, & le côté AC que l'on prendra pour baſe. Par conſéquent, on trouvera le côté CD, qui eſt la hauteur de la Nuée lumineuſe au-deſſus de l'horiſon.

Mais il faut ici faire attention que le point le plus bas de la Nuée lumineuſe, point que nous ſupposerons placé dans l'horiſon même du point A, eſt de beaucoup élevé au-deſſus de la ſurface de la Contrée où brille l'Aurore boréale. On pourra trou-

ver de combien le point D, placé au loin dans l'horison de Paris ou de Rome, est élevé au-dessus de la surface terrestre sensiblement sphérique, par la théorie des Tangentes & des Sécantes. (*Mat.* 534 & 734).

III°. On peut aussi mesurer à peu près du point A ou du point B, & l'éloignement & la hauteur de la Nuée lumineuse CD; comme on mesure l'éloignement & la hauteur d'un Nuage ordinaire (*Mat.* 425): en faisant attention que le point le plus bas D de la Nuée lumineuse, que nous supposerons vu dans l'horison du point A ou B, est déja très-notablement élevé au-dessus de la surface terrestre dans la Contrée très-éloignée où se trouve l'Aurore boréale.

826. II°. REMARQUE. C'est par de semblables méthodes, que l'on a trouvé que les Aurores boréales s'élevent à une très grande hauteur dans l'Atmosphere : à une hauteur qui surpasse de beaucoup celle où s'élevent tous les autres Météores quelconques.

Mais il n'est pas facile de déterminer avec précision, cette hauteur CD : parce qu'il peut se faire fort aisément que l'Observateur A à Paris, & l'Observateur B à Rome, en dirigeant leurs Instrumens astronomiques vers le sommet C de l'Arc qu'ils observent dans la Nuée lumineuse, prennent deux arcs différens pour un seul & même arc.

Dans une Nuée immense, l'*Arc CMN* que l'on observe à Paris, peut être un tout autre arc, un arc plus ou moins élevé, plus ou moins éloigné, que celui qui se montre à Rome : comme dans un Arc-en-ciel (*Fig.* 4), l'arc X que l'ont voit du point O, à 200 toises de la Nuée pluvieuse, n'est pas le même arc que l'on verroit du point F, à 100 toises de la même Nuée.

C'est delà vraisemblablement que résulte la *Différence de hauteur*, que donnent les Naturalistes aux Aurores boréales. Selon M. de Mairan, l'extrémité

ſupérieure C de ce Météore, eſt quelquefois à quatre ou cinq cens lieues, au-deſſus de la ſurface de la Terre : ſelon d'autres Obſervateurs, cette hauteur eſt de beaucoup moindre. Mais tous s'accordent unanimement à reconnoître que l'Aurore boréale DCMN, s'éleve comme immenſement au-deſſus des Nuages, au-deſſus de tous les autres Météores ; & qu'elle a quelquefois au moins douze ou quinze lieues de hauteur au-deſſus de la ſurface terreſtre. Ce *dernier Réſultat* nous paroît plus vraiſemblable que le premier.

DIVERS SYSTÊMES SUR LES AURORES BORÉALES.

827. SYSTÊME I. Quelques Phyſiciens ont penſé que l'Aurore boréale devoit ſa formation & ſon origine, à des exhalaiſons nitreuſes, bitumineuſes, ſulfureuſes : ainſi que la Foudre & le reſte des Météores ignés.

RÉFUTATION. Cette idée n'eſt nullement admiſſible : pour deux raiſons principales que nous ne ferons qu'indiquer, & qui détruiſent de fond en comble cette ruineuſe hypotheſe. (*Fig.* 3).

I°. Si l'Aurore boréale devoit ſon origine à des exhalaiſons ſemblables à celles qui produiſent les Météores ignés ; il eſt clair que ce phénomene devroit avoir lieu dans les plages méridionales, au moins autant que dans les plages ſeptentrionales : puiſque les régions du midi, ſont de beaucoup plus fécondes que celles du nord, en de telles exhalaiſons.

Or, il eſt certain que ce Météore n'a guere lieu dans les régions méridionales ; & qu'il ſe montre aſſez fréquemment dans les régions ſeptentrionales, toujours placé vers le Pole arctique, avec un peu plus ou un peu moins de déclinaiſon, tantôt vers l'orient, tantôt vers le couchant.

II°. Si l'Aurore boréale devoit ſon origine aux ex-

halaiſons qui forment les différens Météores ignés dont nous avons parlé : elle ne devroit pas s'élever à une hauteur conſidérablement plus grande dans l'Atmoſphere, que les autres météores de cette eſpece. Or il eſt démontré par les obſervations, que les Météores ignés ne s'élevent preſque jamais à la hauteur d'une lieue, rarement à la hauteur d'une demi lieue, au-deſſus de la ſurface terreſtre ; & que l'Aurore boréale s'éleve ſouvent au-deſſus de cette ſurface, à la hauteur au moins de dix, ou douze, ou quinze lieues.

L'Aurore boréale s'annonce par des traits & par des effets, tout différens de ceux qui caractériſent les Météores ignés dont nous avons fait mention : donc l'Aurore boréale a une nature & une cauſe différentes.

828. SYSTÊME II. Quelques autres Phyſiciens ont prétendu à l'aventure, que l'Aurore boréale avoit une origine aſſez ſemblable à celle des Météores lumineux, tels que l'Arc-en-ciel & les Couronnes ſolaires : que ce Météore avoit pour cauſe, la réflexion & la réfraction des rayons du Soleil, dans les Neiges & dans les Nuées glacées du nord.

RÉFUTATION. Cette Opinion, ruineuſe à toute ſorte d'égards, ne mérite guere qu'on s'arrête à la réfuter. (*Fig.* 3).

I°. Les Tourbillons de flamme & de fumée, qu'on apperçoit ſi ſouvent dans l'Aurore boréale, démontrent ſenſiblement qu'il y a une inflammation intrinſeque dans les matieres qui produiſent ce Météore. Il eſt donc abſurde de le mettre au rang des Météores ſimplement lumineux, dont la nature exclud une ſemblable inflammation.

II°. L'Aurore boréale ſe montre quelquefois dans le Nord, pendant les grandes chaleurs de l'été : c'eſt-

à-dire, dans un tems où il n'y a guere plus de Neiges & de Nuées glacées dans les contrées terrestres du nord, que dans les contrées terrestres du midi.

III°. Les Météores lumineux ne s'élevent jamais au-delà d'une ou deux lieues : il arrive même fort rarement qu'ils s'élevent à la hauteur d'une demi-lieue, au-dessus de la surface de la Terre (790). On ne peut donc pas les appercevoir dans l'Atmosphere, quand on en est considérablement éloigné : parce qu'alors, ou ils s'évanouissent dans l'éloignement, ou ils se cachent & se perdent sous l'horison.

L'Aurore boréale au contraire, s'éleve à une très-grande hauteur au-dessus de la Terre ; & on l'observe quelquefois à une assez grande hauteur dans l'Atmosphere, quoiqu'on en soit éloigné de deux ou trois cents lieues & plus. L'Aurore boréale n'est donc point de même nature que les Météores simplement lumineux.

828. SYSTÊME III. Le célebre de Mairan donne à l'aurore boréale une plus sublime origine. Selon cet Auteur, le Soleil, ainsi que la Terre, est entouré d'une Atmosphere. Cette Atmosphere solaire est divisée en Cônes, dont la base est appuyée sur le Soleil, & dont la pointe s'étend autour de cet Astre, à plus de trente millions de lieues.

La Terre, en roulant dans l'Ecliptique, rencontre de tems en tems l'extrémité de quelqu'un de ces Cônes répandus autour du Soleil ; & par sa force attractive, en détache des portions plus ou moins considérables. Ces *Portions détachées de l'Atmosphere solaire*, se mêlent à l'Atmosphere terrestre : dans laquelle elles se soutiennent à une hauteur d'autant plus grande, selon les Loix de l'Equilibre hydrostatique, qu'elles ont plus de légéreté. Là elles fermentent, elles brillent de feux divers : jusqu'à ce qu'entiérement mêlées &

combinées avec la Maſſe aériene, elles aient perdu leur nature primitive.

RÉFUTATION. Ce Syſtême, plus brillant que ſolide, nous paroît ruineux à tous égards, dans tous ſes fondemens. (*Fig.* 3).

I°. Cette Atmoſphere ſolaire, diviſée en cônes & étendue à une ſi grande diſtance, ne paroît-elle pas imaginée gratuitement contre toutes les Loix de la Phyſique ? Quelle preuve ſolide & convaincante a-t-on de ſon exiſtence? Comment & par quelles Loix ſingulieres, eſt-elle diviſée en cônes iſolés: au lieu d'être répandue autour du Soleil en couches concentriques; comme l'Atmoſphere terreſtre autour de la Terre ?

II°. En ſuppoſant même l'exiſtence de cette Atmoſphere ſolaire, répandue à une immenſe diſtance, & diviſée ou en couches concentriques, ou en cônes rayonnans autour du ſoleil: pourquoi les *portions de cette Atmoſphere*, détachées & attirées par la rencontre de la Terre, ſont-elles excluſivement affectées aux régions ſeptentrionales? Pourquoi, & en vertu de quelles Loix phyſiques, le Pole auſtral & l'Equateur doivent-ils, ou ne rencontrer jamais aucun de ces cônes; ou ne point retenir pour eux, les portions de matiere qu'ils en détachent.

III°. La principale raiſon ſur laquelle eſt fondée cette hypotheſe, c'eſt l'immenſe hauteur que l'Aurore boréale ſemble avoir dans l'Atmoſphere terreſtre: hauteur que l'on ſuppoſe de quatre ou cinq cents lieues; & à laquelle on ne peut raiſonnablement faire élever aucunes exhalaiſons terreſtres. Il a donc fallu donner une autre origine que les vapeurs & les exhalaiſons terreſtres, à cette Lumiere ſeptentrionale.

Mais cette immenſe hauteur de quatre ou cinq

cens lieues, qui fait le principal fondement du Syſtême que nous combattons, n'eſt rien moins qu'un fait certain. Il n'eſt pas même certain que ce Météore, dans ſa plus grande élévation, ait plus de douze ou quinze lieues au-deſſus de la ſurface terreſtre : comme nous l'avons déjà obſervé.

Une hypotheſe auſſi ſinguliere, établie ſur un fondement auſſi incertain, peut-elle donc paroître aſſez ſatisfaiſante ?

829. REMARQUE On lit dans une Relation du Groenland, que pendant tout l'hiver, ſe leve dans ces Contrées, avec la nuit, une *Lumiere aſſez ſemblable à celle que donne la Lune dans ſon plein :* lumiere qui a lieu conſtamment chaque nuit, qui circule autour de la Terre, qui dure toute la nuit, & qui s'évanouit avec le Soleil levant.

Selon M. de Mairan, l'Air épais, les Neiges, les Glaces, qui couvrent les Contrées voiſines du Pole boréal pendant l'hiver, ſont très-propres à réfléchir les Rayons du Soleil, réfractés par l'Atmoſphere terreſtre ; & à cauſer cette Clarté que les habitans du pays nomment *Lumiere ſeptentrionale*, & qui n'a rien de commun avec l'*Aurore boréale*. La premiere eſt un phénomene périodique & journalier : la derniere eſt un phénomene caſuel & fort rare. Celle-là eſt ſans inflammations : celle-ci doit & ſon origine & ſes plus brillants phénomenes, à des inflammations intrinſeques. L'une n'a lieu que dans le tems des glaces & des frimats : l'autre ſe montre plus fréquemment & plus pompeuſement à la vérité pendant l'hiver ; mais elle a lieu auſſi pendant les beaux jours de l'été, quand la préſence permanante du Soleil, a banni des régions du nord, les glaces & les neiges.

830. SYSTÊME IV. D'autres Phyſiciens penſent, avec le ſavant & profond Muſchembroëk, que l'Au-

rore boréale a pour origine, une certaine eſpece d'exhalaiſons échappées du ſein des Terres arctiques; exhalaiſons d'une nature aſſez ſemblable à celle du *Phoſphore*, lequel réunit la lumiere & le feu, mais qui a beaucoup moins de feu que de lumiere.

Dans ce Syſtême, qui nous paroît le plus vraiſemblable, on rend raiſon d'une maniere aſſez ſatiſfaiſante, des principaux effets & des principaux caracteres de ce Phénomene. Par exemple, (*Fig.* 3):

I°. L'Aurore boréale n'eſt point accompagnée d'exploſion & de détonnation, comme la Foudre: parce que les matieres qui la forment, ont moins d'effervefcence & de feu.

II°. L'Aurore boréale ne ſe montre guere que dans les plages ſeptentrionales: parce que les autres contrées ne renferment pas dans leur ſein, comme les contrées voiſines du Pole arctique, une quantité de matieres phoſphoriques aſſez abondante pour donner lieu à ce phénomene: ce qui ne doit pas paroître plus ſurprenant, que de voir naître & ſe former dans une contrée, des mines de fer ou de cuivre, qui ne ſe forment pas dans une autre. Les propriétés & les émanations de notre Globe, ne ſont pas par-tout les mêmes: *non omnis fert omnia Tellus.*

III°. L'Aurore boréale n'eſt ni un phénomene périodique, ni un phénomene bien fréquent, du moins dans ſa grande beauté: parce que les matieres deſtinées à la produire, renfermées dans les entrailles de la Terre, ont beſoin de certaines circonſtances caſuelles, par exemple, de certains embraſemens ſouterreins, de certains tremblemens de Terre, pour donner lieu à une abondante éruption & à une convenable volatiliſation de leur ſubſtance.

IV°. L'Aurore boréale s'éleve à une hauteur incomparablement plus grande que les autres Météores, ignés ou lumineux: parce que les matieres qui la for-

ment; immensement plus légeres, plus atténuées, plus volatiles, sont capables de s'élever & de se soutenir à une hauteur incomparablement plus grande, dans les couches de l'Atmosphere : couches toujours de plus en plus raréfiées, à mesure qu'elles sont plus éloignées de la surface du Globe terrestre.

Selon les plus exactes observations, l'Atmosphere terrestre ne s'étend guere au-delà de quinze ou seize lieues au-dessus de la Terre (743) : les matieres qui forment l'Aurore boréale, quelle que soit leur nature, ne peuvent donc s'élever ou se soutenir à une hauteur plus grande ; & si elles paroissent quelquefois avoir plus de hauteur, il est probable qu'elles doivent cette hauteur apparente, à certaines réfractions de la Lumiere, à certaines *Illusions optiques*, qu'on pourra découvrir & calculer avec le tems.

V°. L'Aurore boréale étale des tourbillons de feu, de flamme, de fumée : parce que les matieres qui lui donnent naissance, fermentent entre elles, & s'enflamment avec plus ou moins d'éclat par la fermentation & par le frottement : à peu près comme on le voit arriver aux Phosphores naturels & artificiels, qu'il importe ici de faire connoître.

LES PHOSPHORES NATURELS ET ARTIFICIELS.

831. EXPLICATION I. Le *Phosphore* en général, est une substance capable de produire ou de répandre de la lumiere dans les ténébres, par le moyen d'une fermentation intrinseque qui ne donne point une chaleur sensible. Les Vers luisans, certains Bois pourris, les Yeux des chats, brillent d'une lumiere sensible au milieu des plus profondes ténebres. Les Diamans, qu'on a exposés aux rayons du Soleil, & qu'on transporte subitement dans un lieu très-obscur, y brillent sensiblement pendant un tems assez considérable. La Pierre de Boulogne, & certains Spaths, après qu'ils

ont été calcinés, donnent aussi une belle lumiere dans les ténebres.

La nature de cette Matiere phosphorique, est encore assez peu connue : elle semble plus tenir de la lumiere que du feu. Son éclat est dû à une fermentation intrinseque, qui dissipe lentement & foiblement les parties ignées & lumineuses; mais qui souvent n'a pas assez de force pour échauffer sensiblement les corps d'où elle émane ou qu'elle affecte: quoiqu'elle ait assez de force pour ébranler sensiblement les fibres infiniment délicates de la vue.

832. EXPLICATION II. Le *Phosphore d'Angleterre*, qui se débite en petits bâtons dans le commerce, & dont on trouvera une assez ample description dans le cinquieme Volume de cet Ouvrage, sous les Numéros 1696 & 1697, présente les mêmes phénomenes, une *Lumiere sans aucune chaleur sensible.*

Avec le Phosphore d'Angleterre ou de Kunckel, on fait des *Expériences surprenantes* ; qui sembleroient tenir de la Magie, à des Personnes qui n'auroient aucune connoissance de ce secret merveilleux. Par exemple, on écrit sur la Muraille d'un lieu obscur, avec un petit bâton de phosphore; & l'écriture se lit aussi-tôt en grands caracteres de feu. On enduit un Visage ou tel autre Objet, avec une dissolution de Phosphore dans une huile; & ces objets paroissent tout rayonnans de feu & de lumiere dans un lieu obscur, sur-tout si l'air est un peu échauffé, ou si le frottement supplée à l'absence de la chaleur. On éteint une Bougie; & on la rallume sur le champ: en appliquant sur la meche encore chaude, un petit morceau de Phosphore.

833. EXPLICATION III. La *Pierre de Boulogne*, est une Pierre qui, préparée par une calcination convenable, acquiert la propriété de répandre dans un

lieu obſcur, une clarté aſſez ſemblable à celle d'un charbon ardent. Cette Pierre, que l'on trouve dans une Montagne près de Boulogne en Italie, eſt un Spaht ſéléniteux & fuſible. On la fait rougir dans un creuſet: on la réduit en une poudre, dont on fait une pâte avec du mucilage de Gomme adragante.

Cette Pâte, convertie en gâteaux fort minces, & cuite à un fourneau de réverbere, devient un vrai Phoſphore; qui produit à peu près les mêmes effets, que ceux dont on vient de parler. (1700 & 1701).

PARAGRAPHE QUATRIEME.

LES MÉTÉORES AÉRIENS OU LES VENTS.

834. DÉFINITION. LES *Vents* ne ſont autre choſe, qu'un mouvement & un déplacement d'une portion aſſez conſidérable du Fluide aérien. Ce ſont des torrens, des courans, des débordemens ſucceſſifs de cet inviſible Océan *t a g x t*, qui enveloppe la Terre & la Mer ſous le nom d'Atmoſphere, à une hauteur *m n* de plus de quinze lieues; & qui, par un mouvement réel & continu, plus ou moins rapide, plus ou moins durable, ſe porte en plus ou moins grand volume, d'une Contrée en une autre, par exemple, de *t* en *n*, ou de *n* en *t*, de *v* en *d*, ou de *d* en *v*; du midi au nord ou du nord au midi, du levant au couchant ou du couchant au levant, & ainſi du reſte. (*Fig.* 35).

L'hiſtoire naturelle des Vents, la cauſe phyſique des Vents: tel eſt le double objet de ce quatrieme & dernier Paragraphe; où la nature des Météores à expliquer, exigera que nous intercallions la *théorie de la Pompe à feu*, qui nous paroît propre à répandre d'utiles lumieres ſur la théorie des Vents.

CHAPITRE PREMIER.

HISTOIRE NATURELLE DES VENTS.

835. OBSERVATION. Le *Vent* eſt le Symbole de l'Inconſtance : parce qu'il eſt en effet, fort changeant & fort variable.

Mais quelle que ſoit & l'inconſtance & la variation des Météores aériens ou des Vents : on peut les ſaiſir ſous certains points de vue fixes & invariables; & les diviſer en *Vents généraux & conſtans*, en *Vents réglés & périodiques*, en *Vents locaux & topiques*, en *Vents libres & variables*, & en *Vents ſimplement ſouterreins*, qui ſe forment de tems en tems ſous la Terre & ſous la Mer. (*Fig.* 35).

Nous allons rapporter à ces cinq Diviſions générales, tout ce qu'il y a de plus remarquable, de plus digne d'attention, dans l'hiſtoire naturelle des Vents.

836. DIVISION I. On nomme *Vents généraux & conſtans*, ceux qui regnent conſtamment en toute ſaiſon; & qui ne ceſſent de ſe faire ſentir, que lorſqu'un Vent contraire & prédominant en empêche accidentellement le cours.

Il eſt conſtant, d'après les Obſervations de tous les ſiecles, qu'il y a dans la Nature, des Vents fixes & permanans. Ils regnent entre les deux Tropiques : où les Navigateurs éprouvent toujours un *Vent qui ſouffle d'orient en occident*, avec quelque déclinaiſon; & qui, quoique aſſez foible, les empêche de retourner vers l'orient, par la même route qu'ils ont ſuivie en navigant vers l'occident.

On ne connoît point cette eſpece de Vent, dans les Mers ſituées beaucoup en-deçà ou beaucoup endelà des Tropiques.

Ces Vents généraux & permanans ne cessent de régner & de se faire sentir, que lorsque quelque Vent accidentel en empêche l'effet; & aussi-tôt que ce Vent accidentel cesse de régner, le Vent permanant reprend son action.

Ce *Vent permanant*, qui n'est jamais sensible dans les Contrées terrestres & dans les Mers étroites ou gênées par des Isles ou par les Côtes des Continens, se fait très-bien sentir dans la *grande Mer pacifique*, entre les extrémités méridionales de l'Asie, de l'Afrique & de l'Amérique, où il souffle sans cesse, quoique très-foiblement, de l'Est à l'Ouest, ou du Levant au Couchant; & l'on sait qu'il faut bien plus de tems à un Vaisseau marchand pour aller de Manille à Acapulco par les Mers de la Chine, que pour retourner d'Acapulco à Manille par la même route. Dans le premier cas, ce Vent permanant est contraire au Vaisseau qui va de l'Inde à Acapulco en Amérique, par l'Océan oriental: il lui est favorable dans le second cas, ou dans le retour d'Acapulco à Manille dans l'Inde, par la même route.

837. DIVISION II. On nomme *Vents réglés & périodiques*, ceux qui commencent & finissent réguliérement en certains tems marqués; tels que le printems & l'automne, le solstice d'été & le solstice d'hiver.

Il est constant de même, d'après les Observations de tous les tems, qu'il y a dans la Nature des Vents réglés & périodiques; ou des Vents qui soufflent périodiquement d'un Point de l'horison dans un certain tems, & d'un autre Point de l'horison dans un autre tems.

Tels sont, dans l'Océan Indien, sur-tout entre la Côte de Zanguebar & l'Isle de Madagascar, ces Vents si connus sous le nom de *Moussons*: qui soufflent du Sud-Est, depuis le mois d'Octobre jusqu'au mois de

Mai ; & du Nord-Ouest, depuis le mois de Mai jusqu'au mois d'Octobre.

Tels sont encore certains *Vents de Terre & de Mer*: qui soufflent de la Mer à la Terre, pendant la matinée; & de la Terre à la Mer, sur le soir.

Les *Vents étésiens*, si fameux chez les Grecs, sont aussi des especes de Vents réglés & périodiques. Ils commencent vers la fin de Juillet, à moins qu'ils ne soient empêchés par quelque Vent contraire & prédominant; & ils regnent environ quarante jours. Ils se levent & commencent à se faire sentir, deux ou trois heures après le lever du soleil; & ils tombent à l'approche de la nuit. Leur direction la plus générale, est du nord vers le midi, avec plus ou moins de déclinaison.

838. DIVISION III. On nomme *Vents topiques ou locaux*, ceux qui sont affectés à certaines Contrées exclusivement; ceux qui n'ont lieu que dans un seul Pays, où existe la cause particuliere qui les y produit. Il y a un très-grand nombre de petites contrées qui ont ainsi leur Vent propre & particulier, avec les Vents communs à toutes les autres Contrées.

839. DIVISION IV. On nomme *Vents libres & variables*, ceux qui ne sont fixés, ni à aucune saison, ni à aucune Contrée particuliere; mais qui soufflent librement & indifféremment en toute contrée & en toute saison, pendant un tems plus ou moins long, après lequel ils cessent.

Parmi les Vents libres, les quatre principaux sont le vent du nord, le vent du midi, le vent d'orient, le vent du couchant, que l'on appelle *Vents Cardinaux*; parce qu'ils partent des quatre Points les plus remarquables de la Terre. (*).

(*) ETYMOLOGIES. Vents cardinaux: *Venti qui à quo*;

Ces quatre Vents principaux sont soumis par les Nautonniers, à raison de leur plus ou moins grande déclinaison, a d'ultérieures divisions, dont la premiere est celle-ci : Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Est, Sud-Ouest..

840. DIVISION V. On nomme *Vents souterreins*, ceux qui prennent naissance dans les entrailles de la Terre, qui sortent du sein de certaines Mines ou de certaines Cavernes.

L'existence des Vents souterreins n'est nullement douteuse : puisqu'on voit en mille & mille endroits, des Antres & des Grottes de différente grandeur, dont la bouche exhale ou persévéramment ou très-fréquemment, un Souffle plus ou moins sensible, plus ou moins violent.

On voit de même plusieurs Plages maritimes, dans un tems calme, s'enfler quelquefois prodigieusement par le moyen des Vents souterreins qui s'échappent à travers les eaux, & qui semblent être le prélude des Tempêtes qui ne manquent guere de les suivre.

841. REMARQUE. L'histoire particuliere des Vents, considérée relativement à leur durée & à leur action en chaque Contrée isolée, seroit susceptible de détails infinis, qui ne peuvent intéresser qu'un très-petit nombre de Personnes, & sur lesquels nous ne daignerons pas nous appesantir.

Personne n'ignore quel ravage est capable de produire la *violence des Vents*. Des Villages entiers, ren-

---

tuor Mundi quasi Cardinibus spirant. Ce nom leur fut donné sans doute, dans un tems où l'on s'imaginoit que la Terre étoit posée & soutenue sur des Gonds posés & soutenus eux-mêmes sur on ne sait quoi, pour empêcher sa chûte chimérique vers le Nadir.

Vents étésiens : de ἔτος, *Annus* : ἐτησίαι, *Venti annui.* Vents locaux ou topiques : de τόπος, *Locus.*

verſés de fond en comble; d'antiques Forêts, abattues & déracinées; les flots de la Mer, élevés & accumulés en montagnes mugiſſantes: tel eſt de tems en tems, l'horrible effet de ces Courants aériens, qui ſe précipitent d'une Plage vers une autre; & qui, multipliant leur maſſe par leur vîteſſe, acquierent une immenſe Force impulſive.

Selon les obſervations du célebre Mariotte, les Vens qui ſe meuvent avec aſſez de vîteſſe pour abattre & pour déraciner de grands Arbres, parcourent trente-deux pieds par Seconde.

La *Vîteſſe du Vent* eſt quelquefois bien plus conſidérable; & un autre habile Phyſicien, M. Derham, obſerva en Angleterre, un Ouragan qui renverſa un Moulin à vent; & il trouva que le vent de cet Ouragan, parcouroit ſoixante-ſix pieds par Seconde.

Les Vents ſont ſecs ou humides, froids ou chauds: ſelon que l'Atmoſphere ſe trouve diſpoſée & affectée, quand elle ſe déborde en torrens & en courans plus ou moins impétueux, d'une Plage dans une autre.

Avant de paſſer à la recherche de la *Cauſe Phyſique* qui produit les Vents; nous allons faire connoître une Machine dont la théorie peut répandre bien des lumieres expérimentales ſur la nature de l'Air, ſur la formation de la plupart des Météores aqueux & aériens, ſur la cauſe des Tremblemens de terre, ſur preſque toute la Phyſique.

CHAPITRE SECOND.

DESCRIPTION ET THÉORIE DE LA POMPE A FEU.

842. OBSERVATION I. LA *Pompe à feu*, inventée en Angleterre & perfectionnée en France dans ce ſiecle, eſt une Machine qui doit ſon jeu & ſon action à

l'Eau réduite en vapeurs dans une eſpece d'Alambic qui communique avec une Pompe. On s'en ſert avec avantage, en Angleterre, en France, & ailleurs : ſoit pour tirer l'eau du ſein des Mines ; ſoit pour élever l'eau du fond d'une Vallée, au-deſſus d'une Ville ou d'une Campagne ſituée beaucoup plus haut que la Source que l'on y veut conduire. (*Fig.* 8).

Voici d'abord, pour le fonds eſſentiel des choſes, le *Mécaniſme particulier de cette fameuſe Machine*, tel qu'il fut primitivement employé & mis en œuvre en Angleterre, en France, en Allemagne, à Petersbourg, & ailleurs. Nous montrerons enſuite, ſous le Numero 845 & dans la Figure 103, le changement avantageux que les Meſſieurs Perier ont fait à ce Mécaniſme primitif, dans leurs *deux magnifiques Pompes à feu*, dont l'une donne aujourdhui de l'eau à la grande moitié de Paris ; & dont l'autre, que l'on conſtruit actuellement, procurera dans peu le même avantage à la Partie méridionale de cette immenſe Capitale. Si le nouveau Mécaniſme eſt plus utile à la Pompe à feu, l'ancien Mécaniſme eſt plus utile à la Phyſique ; & il eſt important d'en bien ſaiſir & d'en bien retenir l'idée & la connoiſſance.

I°. Soit AB, la capacité cylindrique d'une *très-forte Pompe de cuivre* ; D, un *grand Piſton de cuivre*, d'environ 20 ou 30 pouces de diametre, ſans ſoupape & ſans ouverture ; H, *un grand Alambic de cuivre ou d'airain*, très-fort & très-ſolide, hermétiquement fermé de toute part, excepté en B où ſe trouve une petite ouverture verticale & cylindrique B V, par où l'Alambic ou le Vaiſſeau H communique avec la Pompe AB : à peu près comme la Pompe d'une Machine pneumatique, communique avec le Récipient.

Que cette ouverture verticale BV ſoit traverſée horiſontalement par un *Robinet de cuivre BK*, percé-

par le milieu : en telle ſorte que ce Robinet, en tournant ſur lui-même, puiſſe donner ou ôter à volonté la communication entre la Pompe AB, & l'Alambic H, que l'on aura établi & fixé ſur un Fourneau convenable.

Soit encore LNM, un *Levier très-fort & très-ſolide*, mobile ſur le point N, autour duquel il peut s'élever ou s'abaiſſer alternativement de part & d'autre; PR, une *Pompe aſpirante ordinaire* (714); dont le Piſton R, placé à deux ou trois cens toiſes de profondeur dans une Mine, élevera l'eau Z, de Z en R, & enſuite de R en P.

II°. Soit le *Piſton D de la Pompe à feu*, placé en B; l'Ouverture de communication BV, hermétiquement fermée par le robinet KB; l'*Alambic H*, plein d'eau juſqu'à la hauteur H, & placé ſur un grand feu ou ſur un fourneau très-ardent.

L'eau de cette Chaudiere ou de cet Alambic, reçoit l'impreſſion du feu. Une petite portion de cette eau, ſe convertit en vapeur, au-deſſus de la partie qui reſte dans l'état liquide. Cette Vapeur, qui ne peut s'échapper de l'Alambic H hermétiquement fermé, a une *immenſe Force expanſive en tout ſens*; laquelle ſurpaſſe de beaucoup la preſſion de la Colonne aériene qui gravite du haut de l'Atmoſphere, ſur toute la ſurface ſupérieure du Piſton D. (*Fig.*8).

Ainſi, auſſi-tôt que, par le moyen du Robinet KB, on ouvrira la communication entre l'Alambic H & la Pompe BA : la Vapeur accumulée & condenſée dans l'Alambic, s'élancera avec violence dans la Pompe; & élevera le Piſton de B en A, où il ſera arrêté par un obſtacle convenable, qu'il ne puiſſe pas franchir.

Pendant que le Piſton D s'éleve de B en A; le *Piſton R* de la Pompe aſpirante, n'étant plus retenu par le poids oppoſé D, deſcend de R en Z par ſon propre poids, au fond de la Pompe aſpirante RZ.

III°. Pendant que le Piſton D, emporté par la force impulſive de l'eau en vapeur, paſſe de B en A, il chaſſe devant lui la Colonne aériene qu'il ſupporte. L'eſpace DB reſte vide d'air, & plein d'une vapeur aqueuſe dont la force expanſive ſoutient en D & le poids du Piſton & le poids immenſe de toute la Colonne aérienne qui gravite ſur le piſton.

L'Eau en vapeur, occupe un eſpace quatorze mille fois plus grand que dans ſon état liquide (731): donc ſi la Vapeur aqueuſe qui occupe l'eſpace DB, venoit à reprendre ſubitement ſon état liquide: l'eſpace DB reſteroit tout vide, à l'exception d'un quatorze-millieme, qui ſeroit occupé par la vapeur réduite en eau.

Que l'on ferme le canal de communication BV; & que par le moyen d'un autre petit canal à robinet CE, on faſſe ſubitement entrer dans la capacité DB, une très-petite quantité d'eau froide, diviſée en jets rapides & très-déliés. Cette *Goutte d'eau froide*, élancée & éparpillée dans la capacité DB, ſuffit pour communiquer ſa fraîcheur à toute la Vapeur répandue dans l'intérieur de la Pompe; & pour convertir ſubitement en pluie & en eau, toute cette Vapeur DB. Il reſte donc alors dans la *Pompe à feu*, un Vide à peu près égal à tout l'eſpace DB.

IV°. L'eſpace DB étant vide, il n'a rien qui réſiſte à la chûte du Piſton D. Ce Piſton D, ſollicité & par ſon propre poids & par le poids de toute la Colonne aériene qui gravite ſur lui, deſcend donc avec violence de D en B; & en deſcendant, il éleve le *Piſton opposé R*, de Z en R. Ce Piſton R, en s'élevant de Z en R, chaſſe devant lui, la Colonne d'eau, placée au-deſſus de lui.

V°. Le Piſton de la Pompe à feu, étant retombé de D en B: que doit-il encore arriver? Auſſi-tôt qu'on ouvrira, comme auparavant, le canal de communi-

cation BV, par le moyen du robinet KB: la Vapeur de l'Alambic, élancée contre le Piston, l'emportera avec violence de B en A; & pendant ce tems-là, le Piston R descendra par son propre poids de R en Z.

VI°. Le Piston D, élevé & retenu en D par la force expansive de la Vapeur, descendra encore de D en B: quand le canal BV étant fermé, le canal CE dardera une petite quantité d'eau éparpillée dans la capacité DB de la Pompe. Pendant ce même tems, le Piston R s'élevera encore de Z en R, élevant avec lui toute la colonne d'eau RP qui se trouve placée au-dessus de lui: pourvu que la *résistance de cette Colonne d'eau*, soit moindre que la pression de la colonne aériene que supporte le piston D de la Pompe à feu.

C'est par ce Mécanisme que le Piston D, en passant successivement de B en D, & de D en B, éleve l'eau de Z en P.

VII°. Le *Canal N* est destiné à vider de tems en tems, le fond de la Pompe DB; ou à laisser écouler au dehors, l'eau qui s'amasse dans la capacité de la pompe à feu, soit par le moyen du petit canal CE, soit par le moyen des Vapeurs rendues à l'état liquide.

Le *Canal horisontal HX* est destiné à fournir de tems en tems une eau nouvelle à l'Alambic ou à la Chaudiere H, à mesure que l'eau s'en échappe peu à peu en vapeurs. Ce Canal est placé horisontalement, à peu près vers le milieu de l'Alambic: afin qu'on puisse s'assurer qu'on ne le remplit pas trop; & que l'eau puisse refluer au dehors, quand on lui en a donné une suffisante quantité.

843. OBSERVATION II. De la description & de la théorie de la Pompe à feu, telles que nous venons de les donner, résultent un grand nombre de *Vérités im-*

portantes, de *Faits fondamentaux*, en genre de Physique: Faits & Vérités qui ont été déja précédemment établis & démontrés, mais qu'il est à propos de montrer ici comme sous un nouveau jour, dans une Machine infiniment propre à en constater la certitude; & à faire voir d'une maniere bien sensible & bien intéressante, quel usage utile les Sciences & les Arts peuvent faire des lumieres de la Physique.

I°. Nous avons observé & démontré ailleurs, qu'en se convertissant en Vapeurs, l'Eau acquiert une immense dilatation; une dilatation d'environ 1 à 14000, ou qui lui donne un volume environ quatorze mille fois plus grand. (731 & 617).

Cette étonnante dilatation de l'eau convertie en vapeur, se fait bien sentir dans cette Machine. Car, après que la vapeur de l'Alambic ou de la Chaudiere H, a rempli deux ou trois cents fois la capacité DB de la Pompe; à peine l'eau de la Chaudiere, a-t-elle diminué d'une quantité sensible: ce que l'on connoît aisément par la petite quantité qu'il en faut ajouter à la chaudiere, par le moyen du canal XH, pour rendre l'eau à son premier niveau HX. (*Fig.* 8).

II°. Le degré de chaleur qui rend l'eau bouillante, & qui donne à l'*Eau convertie en vapeur*, une dilatation quatorze mille fois plus grande, ne dilate l'Air atmosphérique que d'un tiers. (723).

L'Air, environ 800 fois moins dense que l'Eau de pluie & de riviere, devient donc, sous un degré de chaleur qui fait bouillir l'eau, environ 1200 fois moins dense que l'eau froide dans son état liquide.

Mais l'eau en vapeur est environ 1400 fois plus dilatée & moins dense, que la même eau dans l'état liquide. D'où il résulte que l'Air, quoique dilaté avec l'Eau en vapeurs, est de beaucoup plus dense & plus pesant que ces vapeurs; & que selon les loix de l'Equilibre hydrostatique (652), les Vapeurs doivent

prendre le dessus, & s'élever à une hauteur plus ou moins considérable dans les différentes couches de l'Air qui avoisine la surface de la Terre. Delà, en grande partie, la cause de l'ascension des Vapeurs dans l'Atmosphere.

III°. Une très-petite quantité d'eau froide, dardée & éparpillée à travers la Vapeur aqueuse dans la capacité de la Pompe DB, suffit pour convertir subitement cette vapeur en gouttes liquides; pour lui faire perdre en un instant son immense dilatation; & pour produire un très-grand Vide dans l'espace DB qu'elle occupoit.

On conçoit facilement, par cette expérience, comment il arrive qu'une *grande Nuée*, presque toute composée de vapeurs aqueuses que saisit subitement ou peu à peu un degré de froid considérable, se résout en gouttes pluvieuses, & laisse un grand espace à occuper à l'*Air environnant:* lequel s'élance alors de toute part par son élasticité, dans l'espace auparavant occupé par les vapeurs. De-là, la Pluie: de-là, un mouvement, un déplacement, *un Vent*, dans l'Atmosphere.

IV°. Le Vaisseau H, auquel on donne jusqu'à douze ou quinze pieds de diametre, doit être d'une très-grande force: pour pouvoir résister à la force expansive de la Vapeur formée & captivée dans son sein. (*Fig.* 8).

On a éprouvé en Anglèterre, que cette *force expansive de la Vapeur enfermée*, étoit capable de faire éclater des Canons & des Mortiers de bronze, qui avoient résisté à tous les efforts possibles de la Poudre enflammée dans leur sein: ce qui fait voir combien active est cette force expansive & explosive de l'Eau en vapeur.

C'est pour parer à cet inconvénient, que sur le sommet du Vaisseau ou de l'Alambic H, on adapte une

une *Soupape* fortement chargée de plomb, à laquelle on donne le nom de *Ventouse ;* & dont l'objet est de donner une issue à la Vapeur aqueuse, quand la force expansive & explosive de cette vapeur, devient trop énergique & trop active.

V°. Pour évaluer la quantité d'action, ou la quantité de force explosive, que la Vapeur aqueuse exerce contre le Piston D: il faut évaluer le *poids de la Colonne aériene* qui gravite sur la surface circulaire A de ce piston.

Le poids de cette Colonne aériene, à laquelle aucun air ne résiste dans l'espace DB, est toujours proportionnel à la *base du Piston.* Supposons donc que la base circulaire A du Piston, soit égale en surface à un pied quarré. Elle soutiendra tout le poids d'une Colonne aériene, qui pese autant qu'une colonne d'eau d'un pied quarré de base & d'environ trente-deux pieds de hauteur ; ou qui pese autant que trente-deux pieds cubes d'eau, c'est-à-dire, environ 2240 livres. (703 & 737).

La Vapeur qui éleve le Piston de B en D, agit donc avec une force qui éleve & transporte très-rapidement un poids de 2240 livres, plus le poids intrinseque du piston. (*Fig.* 8).

Il n'est pas bien difficile de trouver à très-peu près, le rapport d'une surface circulaire, telle que la base du Piston D, avec un quarré. (*Math.* 483).

On pourra donc toujours trouver suffisamment l'action de la Vapeur, contre un Piston d'un diametre quelconque : ce qui fera connoître la résistance que ce piston D peut vaincre dans la Colonne d'eau opposée R P; quand ce piston D, sollicité à descendre & par son propre poids, & par le poids de la Colonne aériene qui gravite sur lui, cesse d'être soutenu par la vapeur.

Abstraction faite des frottemens, un Piston D, dont

la baſe eſt égale en ſurface à un pied quarré, peut vaincre & élever en R P une réſiſtance égale à environ vingt-deux quintaux : un piſton D, égal en ſurface à deux pieds quarrés, vaincra une réſiſtance double, ou quarante-quatre quintaux ; & ainſi de ſuite.

VI°. La Vapeur enfermée dans l'Alambic ou dans la Chaudiere H, n'a pas toujours le même degré de Force expanſive : cette force expanſive eſt ſuſceptible de plus & de moins.

On a remarqué qu'un degré de feu préciſément ſuffiſant pour faire bouillir l'eau, produit une vapeur aſſez forte pour faire équilibre avec le poids de la Colonne aériene qui gravite ſur le piſton D : mais que ſi on rend le feu plus violent ſous la Chaudiere, la *Force expanſive de la Vapeur*, augmente avec la chaleur ; & peut devenir juſqu'à huit ou dix fois plus grande.

VI°. On conçoit que le *Robinet B K* peut aiſément être conſtruit de telle façon, qu'il ſe ferme de lui-même par le moyen d'un reſſort ; & qu'il s'ouvre par la chûte du piſton D, lequel ſera ſubitement élevé par l'exploſion de l'eau en vapeur.

On peut ſimplifier également le jeu du *Canal CE*, & l'action de toute la *Pompe à feu ;* dont nous n'obſervons ici que le Méchaniſme phyſique.

Le *Piſton D* peut avoir aiſément deux ou trois pieds de diametre ; & alors quelle force ne lui donnera pas la preſſion de la Colonne aériene qu'il ſupporte ? Deſaguillers nous apprend que, dans la Pompe à feu, le Piſton D peut monter & deſcendre juſqu'à ſeize fois par minute : que deux hommes peuvent ſuffire abſolument, pour conduire & faire jouer toute cette Machine ; & qu'une dépenſe d'un Million eût ſuffi pour conſtruire une Pompe à feu, capable de donner perſévéramment à Verſailles, le même volume d'eau que lui donne de tems en tems la fameuſe Machine

de Marly, dont la conſtruction, dit-il, coûta quatre-vingt Millions, c'eſt-à-dire, environ cent ſoixante Millions d'aujourdhui ; & dont l'entretien coûte encore chaque année, des ſommes prodigieuſes.

CAUSES DES TREMBLEMENS DE TERRE.

844. APPLICATION. On voit quelquefois le Globe terreſtre, livré à des agitations & à des ſecouſſes, qui ſemblent annoncer que cette énorme maſſe couve dans ſon ſein ſa diſſolution & ſa ruine. (500).

Combien de Villes englouties, combien de Provinces déſolées, dans tous les ſiecles, par ces fermentations inteſtines du Globe terreſtre, d'où naiſſent les *Tremblemens de Terre!* Trois Cauſes principales ſemblent donner naiſſance à ces horribles phénomenes : ſavoir, le *Feu*, qui produit des fermentations & des embraſemens dans les entrailles de la Terre ; l'*Air*, qui ſe dilate conſidérablement dans ces mêmes entrailles de la Terre, par le moyen de ces feux ſouterreins ; l'*Eau*, que les embraſemens formés au ſein de la Terre, convertiſſent en vapeur dans des Cavités ſouterreines, à peu près comme dans l'Alambic ou dans la Chaudiere dont nous venons de parler. (*Fig.* 8).

I°. L'exiſtence de certains Feux ſouterreins, produits par l'embraſement de diverſes ſubſtances fermenteſcibles & inflammables, ne peut aucunement être révoquée en doute : témoin le Véſuve, l'Ethna, tous les Volcans! (500).

Ces Feux ſouterreins exercent leur force expanſive contre les Couches de la Terre qui les captivent : comme une *Mine de poudre* qui prend feu ſous un Baſtion, exerce ſon action contre ce Baſtion, qu'elle élance avec une horrible ſecouſſe au ſein des airs.

II°. L'Air qui ſe trouve diſtribué & répandu dans le ſein de la Terre, tantôt logé dans de vaſtes Cavi-

tés fermées de toute part, tantôt interposé dans les pores de différens Corps, toujours combiné en immense quantité avec ces Corps, vient-il à être affecté par la chaleur de quelque embrasement souterrein ?

Il acquiert une immense force expansive, qui se déploie avec un horrible effort du côté où il trouve le moins de résistance, du côté de la surface de la Terre.

S'il est pur & non combiné, au sein d'une Caverne fermée de toute part : la chaleur de l'embrasement souterrein, augmente notablement sa force & son ressort. (722).

S'il est combiné avec les Corps que le feu dissout & décompose : il s'en échappe en immense quantité, mêlé avec différentes especes de Gas, qui ont la même force expansive & explosive (729 & 1775); & il s'unit à l'Air libre avec lequel il communique, qu'il rend plus dense, & dont la force expansive & explosive croît & augmente toujours proportionnellement à la densité. (691).

De-là, le violent effort qu'il fait contre les Obstacles qui le captivent; contre les terres & les rochers qui l'emprisonnent, qu'il entrouvre, & qu'il chasse devant lui, par son ressort victorieux.

III°. Si à l'action du Feu & de l'Air dilaté, se joint l'*action de l'Eau en vapeur* : quelle inconcevable force n'auront pas ces trois Agens réunis!

Par exemple, soit au sein de la Terre, une *très-grande Caverne*, qui n'ait absolument aucune communication avec l'Air extérieur ; & où soit renfermée une certaine quantité d'eau. Si dans le voisinage de cette Caverne, des Matieres fermentescibles & inflammables, telles qu'une Mine de Pyrites ou de Charbon, viennent à prendre feu & à former un grand embrasement d'une assez longue durée (1558) : cet embrasement fera sur cette Caverne, ce que fait le

feu ordinaire sur l'Alambic ou la Chaudiere de la Pompe à feu. Il convertira en vapeurs, l'eau de cette Caverne ; & ces Vapeurs condensées & accumulées dans une Caverne de quelques Milliers de toises de diametre, unissant leur effort à l'effort de la Matiere ignée, à l'effort de l'Air échauffé & dilaté, seront capables de se faire jour à travers les Obstacles les plus résistans; d'entrouvrir la Terre & la Mer; de fendre les Rochers & les Montagnes; & d'imprimer aux Plages maritimes ou terrestres, où se fait leur éruption instantanée ou successive, des secousses qui pourront se faire sentir à plusieurs centaines de lieues de distance.

IV°. Quelques modernes Physiciens substituent à ces trois Causes générales des tremblemens de Terre, l'*action de la Matiere électrique* : qui dardée en impétueux torrens sur une Contrée terrestre, peut, par sa commotion, dit-on, ébranler la masse de la Terre.

Mais cette idée ne nous paroît nullement admissible, dans l'influence exclusive qu'on voudroit lui donner : parce que, quelque immense & quelque actif que l'on suppose ce Torrent électrique qui frappe une Contrée terrestre ; son action, divisée assez uniformément en toute la masse de la Terre, ne peut jamais, selon les loix de la communication du Mouvement, y produire un effet sensible, (321).

Tout ce que peut faire ce Torrent électrique, c'est d'occasionner les embrasemens souterreins dont nous venons de parler; & d'être la cause éloignée, & non la cause prochaine, des tremblemens de Terre : à moins qu'on ne suppose que l'explosion du Torrent électrique, se fait dans le sein même de la Terre (1078) : ce qui ne peut jamais être qu'un *Phénomene momentané*, lequel ne cadre point avec la suite & avec l'ensemble des Phénomenes qui caractérisent communément les tremblemens de Terre.

LE MODERNE MÉCANISME DE LA POMPE A FEU.

845. OBSERVATION. Dans le *Mécanisme primitif de la Pompe à feu*, tel que nous venons de le montrer & de le décrire, la Vapeur de l'eau, étoit employée à élever le Piston; à former un Vide dans la Pompe; & à donner lieu à la Colonne aériene qui gravite sur le Piston, d'exercer sa pression contre la Résistance opposée.

Dans le *moderne Mécanisme*, la Vapeur de l'eau, est employée à abaisser le Piston; & à élever par elle-même, sans la pression & sans le secours de l'Air, la Résistance opposée: en voici en peu de mots, une idée suffisante. (*Fig.* 103).

Dans la Figure que nous avons créée pour présenter à la fois & à l'œil & à l'imagination & à l'esprit, la partie essentielle de ce moderne Mécanisme de la Pompe à feu:

I°. En MON, est un grand Balancier qui se meut en O sur son Point d'appui, au-dessus d'une forte Charpente ou d'un Mur solide QCOT.

La partie ON de ce Balancier, est beaucoup plus pesante que la partie opposée: parce que le poids G est beaucoup plus considérable que le poids F; & que tout y est supposé égal d'ailleurs.

Ce Balancier est construit de part & d'autre, en forme d'Arc circulaire: afin que les Chaînes MA & NH qui l'enveloppent, aient toujours la même direction à l'égard des *deux Pistons P & R*, qu'elles élevent alternativement. Le Levier ou le Bras ON, plus pesant ou plus chargé que le Bras ou le Levier opposé OM, sera toujours dans une direction inclinée au-dessous de l'horison: quand la Pompe à feu, ne jouera point.

Ce Bras ON est ici représenté dans une direction

inclinée au-dessus de l'horison : parce que l'on y suppose que la Pompe à feu, est en jeu & en action; & que la Vapeur de l'eau, agit actuellement sur le Piston P, qu'elle chasse de A en B.

II°. Le grand Alambic où se forme la Vapeur aqueuse, est supposé être dans un bâtiment séparé de celui où existe la Pompe à feu: comme il l'est à Paris dans la Pompe à feu de Chaillot; & comme il le sera dans celle du Gros Caillou.

La Vapeur aqueuse est conduite dans la *Pompe AB*, par un *très-fort Canal VXY*, qui a son ouverture en Y dans la Pompe d'ailleurs hermétiquement fermée de toute part.

Ce Canal VXY s'ouvre & se ferme en X, par le moyen d'un *grand Robinet EXD*, à manivelle & à ressort. Il se ferme, quand le Poids F vient en heurter & en abaisser la manivelle à ressort D: il s'ouvre, quand le même Poids F vient en heurter & en élever en C, la chaîne & la manivelle DC.

III°. En IKZ, est un *autre Canal assez fort*, qui a son ouverture en A dans la Pompe AB; & qui s'ouvre & se ferme aussi en Z, par un *semblable Robinet* à manivelle & à ressort IK. C'est par ce second Canal, que s'échappe au-dehors la Vapeur aqueuse AZI: quand le Poids F remonte de X en C, en vertu de la pression du Levier beaucoup plus pesant ONGR.

Les *deux Robinets EX* & IK sont construits de telle façon, que lorsque l'un se ferme, l'autre s'ouvre. Le *Poids F*, en descendant en X avec un mouvement accéléré, ouvre le Robinet inférieur, & ferme le Robinet supérieur : en remontant ensuite en CK, avec un mouvement accéléré, il ouvre le Robinet supérieur Z, & il ferme le Robinet inférieur X.

On sent aisément qu'il est facile d'exécuter en réalité, dans la Machine, le *double jeu de ces Robinets :* mais il n'est pas également facile de les représenter &

de les rendre ſenſibles dans une Gravure; & la deſtination de la Figure que nous avons fait graver à ce ſujet, c'eſt d'éclairer des Phyſiciens, & non de diriger des Machiniſtes.

IV°. Quand le *Piſton P* de la Pompe à feu, deſcend de A en B, ſous l'action expanſive & impulſive de la Vapeur aqueuſe: le *Piſton R* de la Pompe aſpirante & foulante, éleve la Colonne d'eau RH; & la force à monter indéfiniment dans le Canal HTT, juſqu'aux Réſervoirs ſupérieurs où l'on veut la conduire & la retenir.

V°. En L, eſt un *grand Réſervoir d'air:* cet Air ſe condenſe fortement, quand le Piſton R éleve & foule l'eau; & en ſe dilatant enſuite, quand ce même Piſton R deſcend de R en S, il réagit avec une très-grande force contre la *Colonne d'eau HTT*, qu'il continue à preſſer & à élever vers les Réſervoirs ſupérieurs.

VI°. C'eſt par ce merveilleux fonds de Mécaniſme, que ſur les deux bords oppoſés de la Seine, entre Chaillot & l'Ecole Royale Militaire, l'action du Feu donne ou va donner de l'eau en abondance & à fort peu de frais, aux deux moitiés de Paris (842); & que ſe trouve accompli le Vœu patriotique que nous faiſions il y a environ quinze ans, en travaillant à la premiere Édition de cet Ouvrage.

CHAPITRE TROISIEME.

CAUSE PHYSIQUE DES VENTS.

L'IMMENSE volume d'Air *tnavgxt*, qui enveloppe le Globe terreſtre, eſt compreſſible & élaſtique, ſuſceptible de condenſation & de dilatation. Toutes les Cauſes qui peuvent occaſionner une raréfaction ou

une condensation dans ce fluide Océan, doivent donc nécessairement y faire naître des débordemens, des courans, des flux & des reflux quelconques : qui ne sont autre chose que ce que nous appellons, du nom général de *Vents*. (Fig. 35).

Or, il est clair que plusieurs Causes différentes peuvent concourir, ou conjointement, ou séparément, à la production de ces Phénomenes : nous allons donner une idée des principales, dans les Assertions suivantes.

846 ASSERTION I. *La Chaleur qui raréfie l'Air de l'Atmosphere, est une Cause des Vents.*

EXPLICATION. Il est démontré par l'expérience, que l'Air se dilate & se raréfie par la chaleur ; qu'il augmente en volume & en ressort, à mesure qu'il est plus échauffé. (722).

I°. Supposons donc que la portion de l'Atmosphere qui enveloppe une assez grande Contrée, par exemple, la Province de l'Isle de France, se trouve tout à coup ou peu à peu considérablement raréfiée ; soit par la chaleur du Soleil, soit par quelque autre cause capable de l'échauffer notablement.

Il est clair que cette immense masse d'Air, auparavant en équilibre avec l'Air environnant, & maintenant plus active & plus élastique dans la Province de l'Isle de France, que dans les Provinces voisines, doit s'enfler & se dilater notablement par la chaleur qui l'affecte ; doit refluer & se déborder par son excès d'expansion & de ressort, sur les Contrées voisines, pour se mettre en équilibre de chaleur, de densité, de ressort, avec la portion de l'Atmosphere qui couvre ces Contrées. (*Fig.* 35).

II°. Supposons encore que dans toutes les Contrées environnantes, à l'exception de la Normandie, la portion de l'Atmosphere qui les couvre, éprouve le

même degré de chaleur & de dilatation, qui existe dans l'Atmosphere de l'Isle de France.

Il est clair que cette Atmosphere de l'Isle de France, arrêtée & captivée par la force égale de l'Atmosphere des Provinces contiguës, ne pourra se déborder & se précipiter que sur la Normandie: où elle produira des courants ou des tourbillons aériens d'autant plus violents, que la raréfaction & le ressort de l'Air échauffé, seront plus grands dans la Province de l'Isle de France.

847. ASSERTION II. *Le Froid qui condense l'Air de l'Atmosphere, est une Cause des Vents.*

EXPLICATION. Il est démontré par l'expérience, que l'Air se condense par le Froid; qu'il diminue en volume & en ressort, à mesure que la Matiere ignée s'échappe de son sein. (722).

Supposons donc que la portion de l'Atmosphere qui couvre la France, se trouve notablement condensée par un Froid subit. On conçoit qu'il doit se former un Vide immense dans l'Atmosphere de ce Royaume; & que l'Atmosphere des Régions voisines, doit par son ressort, sans aucun changement intrinseque dans sa nature, se déborder & se précipiter en torrens impétueux, dans le Vide qui se forme en France. (*Fig.* 35).

Si le *Débordement aérien* prend son cours du midi au nord: ce débordement aérien, cette *Riviere d'air*, arrivant avec un mouvement accéléré dans notre Atmosphere, y occasionnera une très-violente impulsion; y formera un *Vent du midi*, qui se fera sentir vers la Flandre & la Hollande, où iront retentir ses secousses plus ou moins violentes.

848. ASSERTION III. *L'ascension des Vapeurs dans l'Atmosphere, est une Cause des Vents.*

EXPLICATION. Il est démontré par l'expérience, que l'*Eau qui se résout en vapeurs*, acquiert un volume environ quatorze mille fois plus grand ; & déplace un volume d'air, égal à son volume (731). Un *Pied cube d'eau*, par exemple, converti en vapeurs, déplace donc quatorze mille pieds cubes d'air, dans la portion de l'Atmosphere que ces vapeurs vont enfler à différentes hauteurs, où les fixe la Loi de l'Equilibre hidrostatique.

Il est clair que si ces Vapeurs aqueuses s'unissoient aux Molécules aérienes, sans les enfler & sans les déplacer ; elles rendroient ces molécules plus pesantes qu'auparavant ; & les forceroient à se précipiter avec elles vers la Terre, à l'instant même de leur union. Il faut donc que ces Vapeurs aqueuses, en montant dans l'Atmosphere, enflent ou déplacent les Molécules aérienes avec lesquelles elles s'unissent ; & que cet Air enflé ou déplacé par ces Vapeurs aqueuses, reflue & s'ouvre un passage dans les Couches d'air voisines. (*Fig.* 35).

I°. On sait qu'il se fait continuellement dans la Nature, une *immense Evaporation :* que cette évaporation est tantôt plus & tantôt moins abondante dans une même Contrée, selon que le tems est plus ou moins chaud, que l'Air est plus ou moins sec, que le Ciel est plus ou moins serein. (674).

II°. Supposons, par exemple, que du sein d'une portion de l'Océan ou de la Méditerranée, au voisinage de la France, il s'éleve en vapeurs, en un jour, *mille Pieds cubes d'eau.*

Ces mille pieds cubes d'eau, convertis en un volume de vapeurs quatorze mille fois plus grand, déplaceront dans la portion de l'Atmosphere où ils se répandent, 14,000,000 pieds cubes d'air ; & cet immense volume d'air, refluant & se précipitant successivement sur les Plages voisines, y produira un Cou-

rant aérien, une Riviere d'air, un Vent plus ou moins violent.

848. II°. ASSERTION IV. *La résolution des Vapeurs en pluie, est une Cause des Vents.*

EXPLICATION. Comme l'Eau, en se convertissant en vapeurs, acquiert un volume quatorze mille fois plus grand: de même les Vapeurs, en se convertissant en pluie, acquierent un volume quatorze mille fois moindre.

Supposons donc au-dessus de nos têtes, un *immense Nuage*, capable de donner mille pieds cubes de pluie. En se résolvant en pluie, ce Nuage occasionnera successivement dans cette portion de l'Atmosphere qui nous enveloppe, *un Vide* égal à environ quatorze millions de pieds cubes; & dans ce Vide, se précipitera impétueusement par son ressort, l'Air des Contrées voisines.

Delà, un Courant d'air, ou un Vent plus ou moins sensible, dans la Contrée ou au voisinage de la Contrée où tombe la pluie.

849. ASSERTION V. *L'absorption instantanée & foudroyante de certaines especes de Gas dans l'Atmosphere, est une Cause des Vents.*

EXPLICATION. Dans les grandes chaleur de l'été, il s'éleve de la surface & du sein de la Terre, une immense quantité de ce Fluide aériforme, qui est connu sous le nom de *Gas inflammable;* & qui, dans son mélange avec le Fluide aérien, est infiniment combustible; & infiniment propre à s'anéantir en quelque sorte dans sa combustion, & à anéantir avec lui le *Fluide aérien* auquel il se trouve mêlé & uni: ainsi que le démontre la théorie expérimentale des modernes Découvertes en genre de Chymie & de Physique. (1809 & 1810).

De-là, dans un tems d'orage & de tonnerre, sous l'action de l'Electricité céleste, des inflammations & des détonnations foudroyantes, des absorptions prodigieuses, des *Vides immenses*, dans de très-grandes portions de l'Atmosphere terrestre. (*Fig.* 35).

De-là, dans cette même Atmosphere, des débordemens impétueux, des courans opposés, des ouragans désastreux, des *Vents de toute sorte*, par secousses, par bouffées : à mesure que se forment & que se remplissent ces Vides immenses, sous l'action & sous la pression d'un Fluide aussi énergique & aussi élastique, aussi propre à agir & à réagir alternativement, que l'est le Fluide aérien.

850. ASSERTION VI. *La formation des Végétaux, ainsi que leur dissolution, est une Cause des Vents.*

EXPLICATION. Il est démontré par l'expérience, que le corps des Plantes, des Animaux, de presque tous les Mixtes, contient une immense quantité d'Air combiné avec leurs autres Principes. (729).

I°. L'Air qui entre dans la formation des Animaux & des Végétaux, est évidemment soustrait à l'Atmosphere qui enveloppe ces Corps.

Donc, au printems & en été, quand la Nature travaille le plus efficacement à la formation & à l'accroissement des Végétaux : l'Atmosphere doit diminuer & s'appauvrir considérablement, dans les Contrées où la Nature est plus vivante & plus féconde.

Donc l'air des Contrées moins vivantes & moins fécondes, doit refluer & se précipiter dans les premieres, pour reprendre son équilibre de densité.

Delà, en partie, la Cause des Vents qui regnent si fréquemment dans la saison du printems : saison où la Nature se ranime successivement dans les différentes Contrées terrestres. (*Fig.* 35).

II°. Aux approches de l'hiver, quand les Arbres

ſe dépouillent de leurs feuilles & de leurs fruits, ces feuilles & ces fruits ſe décompoſent en grande partie. L'Air qui entroit dans leur compoſition, s'en dégage par le moyen de la putréfaction; reprend ſa nature primitive; redevient fluide & élaſtique.

L'Atmoſphere enrichie de cette immenſe quantité d'Air plus ou moins pur qui ſe dégage du ſein des Végétaux, doit donc augmenter conſidérablement en maſſe & en volume, dans les Contrées où la Nature perd plus tôt ou plus tard ſa fécondité & ſa vigueur.

Delà, en partie, la Cauſe des Vents qui regnent ſi fréquemment ſur la fin de l'automne, dans les différentes Contrées de la Terre.

III°. Mais la principale cauſe des Vents qui regnent au printems & en automne, c'eſt le *changement très-fréquent & très-marqué de Température;* ou le paſſage alternatif & très-rapide de la chaleur à la froidure & de la froidure à la chaleur, qui regne plus ſpécialement dans ces deux Saiſons; & qui d'un moment à l'autre, altere conſidérablement & plus qu'en aucun autre tems, les *différentes portions de l'Atmoſphere*, qui ſe trouvent par-là, tantôt plus & tantôt moins échauffées & dilatées. (846).

APPLICATIONS DE CETTE THÉORIE.

851. COROLLAIRE. *De ces différentes Cauſes, tantôt ſéparées & tantôt réunies, découle d'une maniere aſſez ſatisfaiſante, l'explication des différens Phénomenes que nous préſente l'Hiſtoire naturelle des Vents.*

EXPLICATION. Nous avons donné précédemment une idée générale & particuliere des diverſes ſortes de Vents, d'après les Phénomenes que nous y montre l'Hiſtoire naturelle. Il nous reſte à faire voir ici le plus ſuccinctement qu'il eſt poſſible, comment ces Phénomenes cadrent très-bien avec les différentes

causes dont nous venons de montrer l'action & l'influence à cet égard.

I°. Les *Vents du Nord & du Midi*, sont & doivent être communément assez forts & assez violens; & en voici la raison. (*Fig.* 35).

D'abord, quand le Soleil darde librement ses brûlans rayons sur la Zone torride: quelle raréfaction ne doit-il pas causer dans cette portion de l'Atmosphere qui couvre cette Zone? Quelle immense quantité de Vapeurs, ne doit pas s'élever du sein des Plages maritimes, qui la composent en très-grande partie? Avec quelle impétuosité, l'Atmosphere de la Zone torride, immensément enflée & par la chaleur & par l'évaporation, ne doit-elle pas se déborder vers les Poles?

Ensuite, quand les Vapeurs & les Exhalaisons accumulées sur la Zone torride, empêchent le Soleil d'échauffer la Terre & la Mer de ces contrées; ou que ce prodigieux amas de Vapeurs, se résout en pluie: quels Vides immenses doivent se former dans l'Atmosphere de cette Zone! Avec quelle violence l'Air auparavant condensé & accumulé vers les Poles, ne doit-il pas refluer & se précipiter des Zones tempérées dans la Zone torride; des Zones glaciales dans les Zones tempérées!

Assez communément le Vent du midi assemble les nuages, & le Vent du nord les dissipe. Dans le premier cas, les débordemens aériens, dans lesquels sont répandues les vapeurs, tendent d'une grande étendue de la circonférence de l'Equateur, vers un Point unique qui est le Pole: leur direction est convergente; elle rapproche & elle condense les vapeurs. Dans le second cas, les débordemens aériens tendent d'un Point qui est le Pole, vers une grande étendue de l'Equateur: leur direction est divergente; elle écarte, elle raréfie, elle dissipe les vapeurs.

II°. La *fonte des Neiges*, occasionne & doit occasionner des Vents. La raison en est, que les neiges, en se fondant, se réduisent en grande partie en vapeurs ; & que ces vapeurs enflent notablement la portion de l'Atmosphere où elles vont se placer.

Delà, le reflux de cette portion de l'Atmosphere, dans l'Atmosphere des Contrées voisines. Delà, des Vents, dont la direction partira des Contrées où la neige se fond & se dissout.

III°. La *différente position du Soleil*, relativement à la Terre, doit donner des *Vents périodiques*. La raison en est, que le Soleil, dans sa révolution annuelle, réelle ou apparente, autour du Zodiaque, au nord & au midi de l'Ecliptique, donne aux différentes Contrées de la Terre, une diversité successive de Saisons ; & produit, tantôt une plus grande raréfaction & une plus grande évaporation, tantôt une raréfaction & une évaporation incomparablement moindres.

L'Atmosphere terrestre, dont les différentes portions sont soumises aux mêmes changemens périodiques de saison, que les Contrées qu'elles enveloppent, doit donc se dilater & se condenser périodiquement chaque année, dans les différentes Contrées ; & par là même, tantôt refluer & se déborder d'une Plage sur les Plages voisines ; tantôt essuyer un Reflux d'air, de la part des Plages environnantes. Delà, des Vents périodiques : delà, les Vents permanans : delà, les Moussons. (836 & 837).

IV°. Il doit y avoir souvent dans une même Contrée, des *Vents opposés dans leur direction*, dont l'un inférieur tendra du nord au midi, par exemple ; & l'autre supérieur tendra du midi au nord. (*Fig.* 35).

La raison en est, que l'Atmosphere inférieure *g v m* peut essuyer une grande raréfaction, qui la fera refluer vers le midi, par exemple : tandis que l'Atmosphere

phere plus élevée *kcd* essuiera une grande condensation, qui la fera refluer vers le nord.

V°. Le Vent doit souffler communément par secousses & par bouffées. La raison en est, que les *Courans aëriens* sont produits par des raréfactions ou par des condensations ou par des absorptions qui ne peuvent être que successives & intermittentes, dans des Couches aérienes, les unes plus & les autres moins denses; lesquelles résistent & agissent nécessairement avec une force inégale, avec une force proportionnelle à leur différente densité & à leur différent ressort.

Les différentes réflexions ou repercussions qu'essuient ces Courans aériens contre les montagnes, contre les collines, contre les forêts, contre les bâtimens de toute espece, contribuent aussi pour beaucoup à cette succession alternative de secousses & de bouffées plus ou moins fortes, qui se font sentir dans l'action des Vents.

V°. Les *entrailles de la Terre*, doivent aussi produire des Vents. La raison en est, qu'il y a dans le sein de la Terre, des corps qui se pourrissent, des corps qui fermentent, des corps qui s'embrasent & se calcinent.

La *dissolution de ces Corps*, fait sortir de leur sein, un très-grand volume d'air plus ou moins impur; qui, par sa force expansive, cherche à s'ouvrir un passage dans l'Atmosphere, tantôt à travers les pores de la Terre, tantôt à travers les fentes des Roches, & quelquefois à travers les Mers profondes, sous lesquelles se forment des fermentations violentes & des feux destructeurs. (719).

852. REMARQUE. Il est clair que la *Cause immédiate des Vents*, est un défaut d'Equilibre dans les différentes Portions de l'Atmosphere terrestre: défaut qui

fait que les portions plus pesantes ou plus élastiques de ce Fluide, se portent & se précipitent en courans plus ou moins impétueux, dans celles qui le sont moins. Mais quelle est la Cause physique, qui produit ce *défaut d'Equilibre* dans les différentes portions de l'Atmosphere terrestre ? C'est ce qu'il n'est pas toujours aisé de décider & de déterminer.. (*Fig.* 35).

I°. Descartes attribua les *Vents généraux*, d'orient en occident (836), à la révolution diurne de la Terre autour de son axe, d'occident en orient : prétendant que l'Atmosphere terrestre *a tx ga*, doit tourner moins vîte que la Masse solide & liquide du Globe qu'elle enveloppe, & former par là même un Courant aérien permanant d'orient en occident.

Mais cette idée de Descartes, est aujourdhui généralement abandonnée : par la raison qu'elle ne s'accorde, ni avec l'expérience, ni avec la théorie.

Elle ne cadre point avec l'expérience : puisque dans l'immense Mer du Sud, où selon les Principes mêmes de Descartes, ces Courans aériens devroient se faire toujours sentir, sur-tout dans la Zone torride, regnent souvent des Calmes très-longs & très-constans qui ont fait donner à cette partie de la Mer, le nom de Mer pacifique.

Elle ne cadre pas mieux avec la théorie : puisqu'en supposant même que l'Atmosphere *a t x ga* eût aujourdhui une révolution plus lente que celle du Globe qu'elle enveloppe ; cette Atmosphere, se trouvant adhérente à la Masse terrestre par la force de sa gravitation, devroit bientôt, selon les Loix de la communication du Mouvement dans le Vide ou dans un Milieu non résistant, prendre en plein le mouvement de la Masse qui lui sert de base & de point d'appui ; & faire ensuite conjointement avec elle & dans le même tems précis, ses révolutions diurnes.

II°. Halley attribue les mêmes *Vents généraux*, à

l'*action du Soleil*; qui dans sa révolution diurne SZR, réelle ou apparente, autour de la Terre, échauffe successivement l'Atmosphere terrestre *t a g x t*, d'orient en occident; & force les portions déjà échauffées & dilatées de cette Atmosphere, à se porter & à refluer successivement sur celles qui ne le sont pas encore, & qui vont l'être bientôt après.

Mais il est difficile de décider, si c'est l'Air plus échauffé & plus dilaté qui doit refluer sur celui qui est plus froid & plus dense; ou si c'est celui qui est plus froid & plus dense, qui doit refluer sur celui qui est plus échauffé & plus dilaté. (*Fig.* 35).

Quand le Soleil est en S, l'Air *x t* qui vient de passer sous le Soleil, est plus échauffé & plus dilaté que l'Air *t a*. Mais ce dernier est plus dense que le premier; & si l'Air *x t* tend à refluer en *t n a* par son ressort qu'augmente la chaleur, l'Air *t n a* tend aussi à refluer en *t x* par son ressort qui est toujours proportionnel à sa densité. Il sera donc toujours très-difficile de déduire de cette Spéculation de Halley, d'une maniere bien décisive & bien satisfaisante, le Phénomene qu'il veut en faire résulter.

De même, quand le Soleil aura passé de S en Z, par son mouvement diurne apparent : la portion atmosphérique *t n a* sera plus dilatée & plus échauffée que la portion atmosphérique *a v g* : mais celle-ci sera plus dense que celle-là.

Et d'ailleurs, si la portion atmosphérique *t n a*, sous le Soleil en S & en Z; tend à refluer vers l'occident, quand elle s'échauffe & se dilate : ne devra-t-elle pas tendre à refluer vers l'orient, quand ensuite elle se refroidira & se condensera. (1478).

III°. Le célebre Auteur de l'Histoire naturelle, attribue aux *Vents généraux & permanans*, & à ces *Vents réguliers & périodiques*, qui sont connus sous le nom de Moussons (737), la même Cause physique

qui produit le flux & le reflux de la Mer ; & nous examinerons ailleurs quelle influence peut avoir cette Cause physique, ou l'Attraction de la Lune & du Soleil, sur les Météores aériens que l'on en fait dépendre. (1476 & 1477).

La Cause physique qui produit le *grand Phénomene du Flux & du Reflux*, dans la Mer & dans l'Atmosphere, est très-bien connue depuis environ un siecle. Mais, parce que cette Cause physique est une suite & une dépendance de toutes les grandes théories de l'Astronomie géométrique & de l'Astronomie physique : ce ne sera qu'à la fin du quatrieme Volume suivant, que nous pourrons en donner une vraie idée ; & qu'il nous sera possible de confronter cette idée, avec les Phénomenes dont il est ici question.

En général, les *Météores aériens* sont l'une des Branches de la Physique, où il est le plus difficile d'appliquer la Théorie aux Phénomenes ; & c'est ce qui répandra toujours sur cette intéressante partie de la Physique, un certain fonds d'incertitude & d'indétermination, dont il ne sera peut-être jamais possible de la dépouiller & de la débarrasser complettement. On connoît assez bien, en ce genre, les divers Phénomenes : on connoît assez bien aussi les différentes Causes d'où peuvent & d'où doivent émaner ces divers Phénomenes. Mais est-il question de lier & de rapporter ces Phénomenes à leurs Causes générales & particulieres ? Voilà où les lumieres se trouvent trop souvent en défaut.

ACTION DES VENTS.

853. OBSERVATION. La *Force des Vents*, est, comme dans toutes les Forces motrices, le *Produit d'une masse par une vîtesse*. C'est de ce Résultat, que naît l'action des Vents sur les différentes especes de Vais-

seaux, qu'ils voiturent au sein des Mers; sur les Moulins à vent, qu'ils appliquent à tant d'usages différents; sur les Forêts, qu'ils déracinent; sur les Maisons qu'ils abattent & qu'ils renversent. (841).

I°. Dans les *Moulins à Vent*, quatre Ailes, qui y font la fonction de Leviers, présentent obliquement leur Plan à la direction du Vent, qui y fait la fonction de Puissance motrice. (1724).

II°. Dans les *Vaisseaux* de la Marine royale & de la Marine marchande, le Vent est la Puissance; les Voiles en sont le Levier; l'Eau à déplacer & à sillonner, est la Résistance. (433).

III°. Les *Girouettes* marquent la direction du Vent; parce que le Plan qu'elles présentent à l'impulsion des Courans aériens, en prend nécessairement la direction.

Mais elles ne marquent que la direction du Vent, qui a prise sur elles: lequel par le moyen de différentes *Réflexions*, peut avoir un cours fort différent de celui qui regne librement dans la Région de l'air supérieure aux montagnes, aux collines, aux édifices voisins.

IV°. Ces especes de Chassis, couverts de papier ou d'une toile très-fine & très-légere, auxquels on donne le nom de *Cerfs-volans*, s'élevent & se soutiennent dans l'air, à une très-grande hauteur, par l'impulsion du Vent. (*Fig.* 10).

La Corde qui retient le Cerf-volant AB ou *ab*, y est toujours attachée de telle façon que le Plan AB ou *ab* du Chassis, se présente obliquement à la direction DC ou *dc*, du Vent. L'impulsion de ce Courant aérien DC & *dc*, tend donc toujours à faire monter ce Plan incliné AB: tant que ce Plan incliné se présente à son action, sous un angle convenable.

Le Vent nous fait éprouver quelquefois une action assez semblable à celle qui éleve le Cerf-volant AB:

ſavoir, quand nous nous promenons en préſentant obliquement à ſon impulſion, le *Paraſol* que nous tenons dans nos mains. Nous ſentons alors que ce Paraſol tend à s'élever & à nous entraîner avec lui au ſein des airs.

RÉSULTAT DE LA THÉORIE DE L'AIR.

On voit, d'après tout ce que nous venons d'obſerver, d'expliquer, de démontrer, dans toute cette théorie *de l'Air*, combien riche & combien intéreſſante eſt cette partie de la Phyſique.

On pourroit aiſément en faire & le ſujet & l'objet d'un grand nombre de Volumes, que l'on ne liroit point. Nous avons cherché à réunir dans un fort petit Traité, qui puiſſe mériter d'être lu & médité, tout ce qu'elle renferme de plus eſſentiel à connoître; & la Théorie des nouvelles Découvertes, achevera de l'enrichir abondamment de tout ce qui pourroit lui manquer ici à cet égard. (1770 & 1858).





THÉORIE DES ÊTRES SENSIBLES, OU COURS COMPLET DE PHYSIQUE.

SIXIEME TRAITÉ.

THÉORIE DE LA LUMIERE.

LA Nature de la Lumiere, les Loix de sa propagation, son analogie avec le Feu, ses rapports avec la Matiere électrique : tel est le riche & brillant objet de ce sixieme Traité, que nous diviserons en quatre grandes Sections.

Dans la premiere, nous examinerons quelle est la nature du Fluide lumineux ; & en quoi consistent les Couleurs dont il enrichit le Nature visible.

Dans la seconde, nous observerons & nous démontrerons selon quelles Loix fixes & constantès se propage le Fluide lumineux, hors de l'œil & dans l'œil. De-là, les Principes de la Vision : de-là, l'Optique, la Catoptrique, la Dioptrique ; c'est-à-dire les trois plus belles Sciences physico-mathématiques, dont puisse s'applaudir l'esprit humain.

Dans la troisieme & dans la quatrieme, nous montrerons autant qu'il est possible, les rapports du Fluide lumineux, avec le Fluide igné & avec le Fluide électrique. De-là, la theorie expérimentale du Feu : de-là, l'exposition & l'examen des merveilleux Phénomenes de l'Electricité artificielle & de l'Electricité naturelle.



PREMIERE SECTION.

NATURE DE LA LUMIERE ET DES COULEURS.

854. EXPLICATION. LA *Lumiere* est ce subtil & brillant Fluide, qui frappant nos yeux, y trace l'image des Objets sensibles ; y peint leurs figures, leurs situations, leurs couleurs.

I°. Il est certain d'abord, que *la Lumiere est une substance distinguée & de l'organe qui voit, & de l'objet qui est vu :* puisque c'est le moyen de communication, par lequel l'Œil atteint les objets séparés de lui, & sans lequel il n'a absolument aucune prise sur ces objets.

II°. Il est certain ensuite, que *la Lumiere est une vraie matiere, un vrai corps :* puisqu'elle a en partage le Mouvement, résultat nécessaire d'une masse par une vîtesse, lequel ne peut convenir qu'à une vraie matiere.

Nous augmentons, nous diminuons, nous réfléchissons & nous réfractons à notre gré, ce mouvement de la Lumiere : preuve évidente & démonstrative, que la Lumiere est une vraie substance matérielle, qui seule peut affecter nos sens, qui seule peut se prêter à nos expériences : *Tangere enim & tangi, nisi Corpus, nulla potest res.*

On voit par-là combien absurde & déraisonnable est l'opinion de quelques Philosophes à idées bisarrement paradoxales ; qui ont voulu faire de la Lumiere, une *Substance intermédiaire* entre la Matiere & l'Esprit.

III. Il est certain encore, que *les Molécules de la Lumiere, doivent être d'une ténuité qui va comme infiniment au-delà de tout ce que peut concevoir notre Imagination :* quand elle se répésente les objets les plus imperceptibles.

Car, comme la Lumiere vient du Soleil à nous en sept minutes & demie (897), & que ses Molécules ont une vîtesse environ six millions de fois plus grande que celle d'un Boulet de canon qui bat en breche (391) : si ces *Molécules lumineuses* avoient quelque proportion de masse, avec les plus petits corps que saisissent nos sens ou que notre imagination peut concevoir ; leur Masse multipliée par cette excessive vîtesse, donneroit une immense quantité de Force motrice, capable de donner la mort à toutes les Especes vivantes ; de foudroyer & de mettre en pieces, les forêts, les édifices, les rochers ; de produire dans toutes les parties de notre Globe, des secousses plus violentes peut-être, que celles que peut y produire la plus forte impulsion des Boulets de canon.

IV°. Il est certain de plus, ainsi que nous l'observerons ailleurs, que *les Molécules de la Lumiere, different entre elles en masse :* qu'il y en a de plus grandes ou de plus massives les unes que les autres ; & que toute portion sensible de Lumiere, en sortant du Corps lumineux, renferme *sept especes différentes de Molécules*, mêlées & confondues ensemble, mais qui peuvent se séparer les unes des autres ; & que l'on peut se figurer sous l'image des Globules alignés AB, CD, EF, GH, dont la masse est différente. (*Fig.* 9).

V°. Comme l'inconcevable petitesse des Molécu-

les de la Lumiere les dérobe nécessairement à nos observations : il n'est pas possible de décider avec certitude, *quelle est la figure des Molécules lumineuses*. On ne peut donc avoir sur cet objet, que de vaines conjectures qui n'apprennent rien.

La *Figure sphérique* est celle qui paroît le mieux convenir à la mobilité, à la réfléxibilité, à la réfrangibilité qu'on observe dans la Lumiere ; & telle est la figure qu'attribuent communément les Physiciens aux infiniment petites Molécules de cette matiere.

LES RAYONS DE LUMIERE.

855. EXPLICATION. On nomme *Rayon de Lumiere*, un amas considérable de globules ou de molécules de cette matiere, émané avec une inconcevable vîtesse du sein du Corps lumineux, ou réfléchi par une surface impénétrable & polie.

Tel est le Rayon ACH, qui entre dans une chambre fermée, par le trou d'un volet de fenêtre. (*Fig.* 15).

Tel est encore le Rayon CABC, qui parti d'une étincelle, ou d'une bougie allumée, ou d'une étoile C, va affecter l'œil AB. (*Fig.* 13).

I°. Comme chaque globule de Lumiere, n'a qu'une masse infiniment petite : il est clair qu'une suite isolée de globules alignés, seroit peu propre à faire une impression sensible sur notre œil, lequel ne seroit frappé & affecté que dans une infiniment petite portion de lui-même.

C'est pourquoi, tout Rayon sensible de lumiere, doit être considéré comme un faisceau de Lumiere, ou comme un *Cône lumineux*, composé d'un nombre considérable de petits torrents isolés de lumiere CBAC. (*Fig.* 13).

II°. Quelque petitesse que l'on suppose au Corps lumineux, par exemple, à une *Etincelle échappée du sein d'un Caillou :* sa lumiere se fait sentir de toute part à une distance considérable.

Echappée du ſein du caillou, cette Etincelle darde & fait ſentir ſa lumiere dans tous les points quelconques d'une chambre, d'où l'on peut mener une ligne droite juſqu'au caillou. Il faut donc que cette étincelle C, s'épanouiſſe, non en un ſeul rayon CR, mais en un nombre immenſe de Rayons divergens: qui tendent tous en ligne droite, comme d'un centre commun, vers tous les points d'une ſurface ſphérique.

III°. On doit donc conſidérer tous les Corps lumineux, par exemple, le Soleil, les Etoiles, une Bougie allumée, comme des *Centres rayonnans*: d'où s'épanouiſſent en tous ſens, des Rayons alignés & divergens de lumiere, leſquels aboutiſſent d'une part au point rayonnant; & de l'autre, à tout point ſenſible de l'eſpace environnant, où un œil peut ſe trouver placé.

Nous allons obſerver & développer, autant qu'il eſt poſſible, dans cette premiere Section, *deux grands phénomenes de la Lumiere;* le phénomene de ſa Diffuſion, & le phénomene de ſes Couleurs.

PARAGRAPHE PREMIER.

LA DIFFUSION DE LA LUMIERE.

LA Lumiere qui, dans un beau jour, ſemble emplir & inonder l'immenſité des Cieux; qui dans une belle nuit, s'épanouit en mille & mille faiſceaux, de notre Œil à tous les points rayonnans du Firmament, eſt-elle un *Fluide perſévéramment exiſtant dans toute la Nature;* & qui n'ait beſoin pour briller, que d'être agité & ébranlé par le Corps lumineux? Ou bien, eſt-elle, un *Fluide qui émane & jailliſſe à chaque inſtant du ſein du Corps lumineux*, par exemple, du Soleil & des Etoiles.

Grand ſujet de diſpute, entre les Sectateurs de Deſcartes & de Newton, dont les ſyſtêmes oppoſés diviſent & partagent le Monde philoſophe.

HYPOTHESE DE DESCARTES.

856. EXPLICATION. Selon Deſcartes, la Lumiere eſt un Fluide exiſtant hors du Corps lumineux, répandu jour & nuit dans toute la Nature, empliſſant les eſpaces immenſes qui nous ſéparent du Soleil, des Planettes, des Etoiles. Elle conſiſte dans les *Globules durs & incompreſſibles de ſon ſecond Elément.* (163).

I°. Ces Globules, agités & ébranlés par le choc du Corps lumineux, par exemple, par la rotation & la fermentation du Soleil, reçoivent un mouvement ou une tendance au mouvement, qui ſe communique en un inſtant à des diſtances immenſes. (*Fig.* 11).

II°. Ce Mouvement imprimé aux globules qui touchent le Corps lumineux, & communiqué par ceux-ci de proche en proche aux globules les plus éloignés, vient-il à affecter en nous l'Organe de la vue ? Il occaſionne aux fibres de notre œil une Senſation organique, à laquelle eſt attachée une *Senſation ſpirituelle dans notre Ame ;* la ſenſation de la Lumiere & communément de l'Objet qui la met en jeu & en action. (*Mét.* 455 & 460).

III°. Ainſi, ſelon Deſcartes, la Lumiere qui actuellement me fait voir le Soleil S, en traçant ſon image dans mon œil, n'eſt point une matiere échappée du ſein de cet aſtre avec une viteſſe immenſe. C'eſt une matiere perſévéramment répandue entre le Soleil & moi ; & que le Soleil, en fermentant & en roulant perſévéramment ſur ſon axe, met en mouvement, ou tend à mettre en mouvement.

Les globules qui touchent immédiatement le Soleil, reçoivent de cet aſtre des ſecouſſes qu'ils communiquent aux globules contigus, & que ceux-ci im-

priment à leur tour à d'autres globules contigus, & ainsi de suite, jusqu'à mon œil. Comme ces globules sont tous incompressibles & tous contigus : l'impression passe en un instant du premier, qui touche le Soleil, jusqu'au dernier, qui est appuyé sur mon œil B ou A.

Figurez-vous une *Baguette d'acier*, inflexible & incompressible, qui s'étende de votre main jusqu'au Soleil. Le mouvement ou la tendance au mouvement, que le Soleil imprimera à l'une de ses extrémités, se communiquera à l'instant à l'autre extrémité, & se fera sentir à votre main.

856. II°. RÉFUTATION. Ce Systême Cartésien, aujourdhui généralement abandonné, est ruineux à toute sorte d'égards, (*Fig.* 11) :

I°. Parce qu'il suppose l'existence du Plein, ou l'absence du Vide, dans la Nature : hypothese qui n'est nullement admissible, & que nous renverserons ailleurs de fond en comble. (1399).

II°. Parce qu'il fait instantanée, la *diffusion de la Lumiere :* diffusion que les observations astronomiques démontrent successive. (894).

Par exemple, nous ne voyons le Soleil se lever dans l'horison, abstraction faite de la réfraction, que sept à huit minutes après qu'il s'est réellement trouvé dans l'horison : la Lumiere qu'il produit ou qu'il agite en atteignant l'horison, mettant sept ou huit minutes à se porter ou à transmettre son ébranlement, du Soleil jusqu'à nous.

III°. Parce qu'il est incompatible avec une des principales propriétés de la Lumiere ; savoir, avec son élasticité. Comment accorder l'élasticité & la réfléxibilité de la Lumiere, avec des globules durs & incompressibles ; qui ne peuvent avoir aucune réaction, aucune vertu élastique ?

IV°. Parce que dans ce systême, nous devrions

avoir à minuit, à peu près la même lumiere qu'à midi.

Car, nous avons observé dans l'Hydrostatique, que si un *Fluide incompressible*, contenu dans un Vase plein & fermé, est heurté ou pressé dans un point quelconque : le Choc ou la Pression se porte également & en tous sens, à toutes les parties & à tous les points de ce Fluide. (622).

D'où il s'ensuit que tandis que le Soleil S tourne sur son centre ; les Colonnes fluides & lumineuses SAD & SBVD doivent éprouver ses secousses, aussi bien que la Colonne SB ; & que l'Œil placé derriere la Terre en D, doit recevoir & sentir l'impulsion du Soleil, d'où dépend la Vision, de même que s'il étoit placé en B.

857. **Remarque.** Les Disciples de Descartes, tels entre autres que Malebranche & Privat de Molieres, ont réformé le Systême de leur Maître : en changeant les globules durs & incompressibles, en globules compressibles & élastiques.

I°. Par ce moyen ils rendent raison & de la *Réflexibilité de la Lumiere*, dont les globules compressibles sont doués d'une élasticité parfaite ; & de la *Diffusion successive de la Lumiere*, qui doit nécessairement employer une succession d'instans, pour recevoir une compression & pour exercer une réaction dans une suite immense de globules SBT & SAD, dont le Ressort intrinseque ne peut se tendre & se détendre que successivement. (*Fig.* 11).

II°. Mais cette Réforme, qui pare à deux inconvénients du Systême de Descartes, lui laisse & la *chimérique supposition du Plein*, & l'*Absurdité manifeste* par laquelle il confond le jour & la nuit.

Car, soit le Soleil S & la Terre T, enveloppés l'un & l'autre d'un océan de globules élastiques, qui

emplisse toute la Nature. Je dis qu'*un Œil placé en D*, à minuit, doit voir le Soleil, tout comme s'il étoit placé en B à midi; & je le démontre.

Tandis que la suite de globules SA, comprimée par l'action impulsive du Soleil, comprime le *Globule A* : ce globule A comprimé doit s'étendre & s'alonger vers ses poles *m n*, & communiquer son mouvement à la suite de globules AD. L'Œil placé en D doit donc être affecté par le mouvement que le Soleil imprime aux globules SAD ou SBVD; comme il seroit affecté en B par le mouvement que le Soleil imprime aux globules SB. L'élasticité étant supposée parfaite dans les globules lumineux : il est clair que dans le globule A, la réaction *m n* doit être égale à l'action, ou à la force qui le comprime; & que cette réaction doit agir en D.

III°. Dans ce Systême ainsi réformé, la Lumiere devroit se répandre & se propager en tout sens & selon toute direction, *comme le Son*; sans être arrêtée & captivée dans cette fonction, par un Corps impénétrable placé entre le Corps lumineux S & l'Organe de la vue en D : ce qui est diamétralement contraire à l'expérience.

Donc ce Systême ainsi réformé, est à peu près aussi ruineux & aussi inadmissible, qu'il l'étoit avant une telle réforme.

HYPOTHESE DE NEWTON.

858. EXPLICATION. Selon Newton, la Lumiere n'est point un Fluide existant hors du Corps lumineux. C'est un torrent de Molécules infiniment petites, que le Corps lumineux darde persévéramment de son sein avec une inconcevable vitesse; & qui se portent en ligne droite à des distances immenses dans les Espaces vides. Le Corps lumineux est comme un

centre de Sphere ; & les jets ou les torrens de Lumiere, en sont comme les rayons.

Cette Hypothese newtoniene, si l'on peut encore donner ce nom à une Théorie pleinement démontrée, suppose un Vide immense dans la Nature visible : Vide dont nous démontrerons ailleurs l'existence. (1399).

PROPOSITION FONDAMENTALE.

859. *La Lumiere est un Fluide qui émane du sein du Corps lumineux.*

DÉMONSTRATION. Pour établir & pour démontrer ce Point fondamental de la moderne Physique, il suffira de le montrer & de le présenter tout simplement sous son vrai jour.

I°. Il est évident que la Lumiere doit être nécessairement, ou un *Fluide existant hors du Corps lumineux & ébranlé par le Corps lumineux* ; ou un *Fluide dardé par le Corps lumineux & émané du Corps lumineux* : il n'y a point de milieu pour la Lumiere, entre ces deux manieres d'être & de se faire sentir.

Or, nous venons de démontrer que la Lumiere n'est point un Fluide étranger au Corps lumineux ; & persévéramment répandu dans toute la Nature autour du Corps lumineux (857) : donc la Lumiere est un Fluide que le Corps lumineux darde de son sein. (*Fig.* 13).

II°. La théorie que nous admettons sur l'origine de la Lumiere, s'accorde parfaitement & avec les Loix de la Physique & avec les Phénomenes de la Lumiere. Car, que l'on conçoive simplement le Soleil & les Etoiles, comme d'*immenses Fournaises*, où existe un feu très-actif & très-violent. On verra découler delà, toute la théorie de la Lumiere.

Ces Fournaises ardentes darderont de leur sein, une

une infinité de Torrens divergents d'une matiere très-subtile, qu'un mouvement très-rapide emportera librement & sans aucun obstacle, en lignes droites, à travers les Espaces immenses. Delà, l'*inconcevable vîtesse de la Lumiere*, & son mouvement en ligne droite & en rayons divergents.

Ces Torrens ainsi élancés par la fermentation ou par l'embrasement hors du Corps lumineux, & mus dans des espaces vides avec une vîtesse comme infinie, sont parfaitement élastiques par leur nature; & rencontrent quelquefois des substances qu'ils ne peuvent pas pénétrer : ils doivent donc se réfléchir sur ces substances. Delà, la *Réflexion de la Lumiere*, à la rencontre d'un Corps impénétrable à ses rayons.

Ces mêmes Torrens, ces mêmes Rayons, viennent-ils à rencontrer obliquement dans leur route, un Corps pénétrable, qui résiste plus ou moins à leur primitive direction? Ils doivent y infléchir leur mouvement, & changer de direction. Delà, *la Réfraction de la Lumiere* : quand d'un Milieu elle passe obliquement dans un autre Milieu plus ou moins accessible, plus ou moins facilement pénétrable pour elle.

III°. La maniere dont nous excitons le Feu & la Lumiere, s'accorde assez bien avec l'idée que nous venons de nous former du Soleil & des Etoiles.

Une Bougie allumée n'éclaire, qu'en dissipant en tout sens sa substance : une Buche, placée sur le feu, ne produit de la lumiere, qu'en se consumant & en se divisant en molécules d'une inconcevable ténuité, que l'action du feu dissipe en tout sens.

Donc la théorie que nous adoptons sur l'origine & sur la diffusion de la Lumiere, est évidemment une Vérité physique, est évidemment la théorie même de la Nature. C. Q. F. D.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

860. OBJECTION I. Si la lumiere du Soleil, par exemple, étoit une ſubſtance émanée du ſein de cet aſtre : la ſubſtance du Soleil devroit depuis long-tems être totalement diſſipée & épuiſée. Car, quels énormes ruiſſeaux de Matiere lumineuſe, ne faudroit-il pas en faire jaillir perſévéramment : pour aller éclairer & remplir tous les Eſpaces immenſes qui le ſéparent de toute part des Etoiles, & où ſa lumiere va indubitablement ſe faire par-tout ſentir !

RÉPONSE. Cette Objection effraye plus l'Imagination que la Raiſon. Nous allons tranquilliſer l'une & l'autre : en faiſant voir que cette *émanation continuelle de Matiere lumineuſe*, ne doit point ſenſiblement appauvrir le Soleil, qui d'une part, perd moins qu'on ne l'imagine ; & qui de l'autre, gagne à peu près autant qu'il perd.

1°. Il eſt certain d'abord, que *le Soleil peut darder de ſon ſein la Lumiere, ſans perdre beaucoup de ſa ſubſtance.* Car, comme la Matiere eſt diviſée au-delà de tout ce que notre imagination peut concevoir : comme elle eſt de plus diviſible à l'infini : il eſt clair que l'on peut ſuppoſer la plus petite portion ſenſible de matiere, par exemple, une quantité égale à un *très-petit grain de Sable*, diviſée en autant & plus de parties, qu'il y a de points ſenſibles dans l'eſpace immenſe des Cieux. (20 & 61).

Que l'on ſuppoſe la *Matiere lumineuſe* que darde le Soleil, ainſi diviſée ! On concevra aiſément comment une très-petite quantité de la ſubſtance ſolaire, peut répandre & diſtribuer la Lumiere, par une émanation ſucceſſive & permanante, pendant un tems conſidérable, dans tous les eſpaces compris entre le Soleil & les Etoiles.

Si un petit *grain de Musc*, peut exhaler de son sein, pendant plus de vingt ans, des torrens continuels de corpuscules odorans, sans diminuer sensiblement en poids & en masse (33) : pourquoi l'énorme masse du Soleil, un million de fois environ plus grande que celle de notre Globe terrestre, ne pourra-t-elle pas être soumise à une semblable émanation, sans que l'on y apperçoive aucune diminution sensible ?

II°. Il paroît certain de même, que *le Soleil doit acquérir à peu près autant de substance lumineuse, qu'il en perd.* Appellons Tourbillon ou Systême solaire, l'espace intercepté entre le Soleil & les Etoiles, dans lequel les Planetes & les Cometes font leurs révolutions.

Il est clair d'abord, que les Etoiles, qui sont des Astres lumineux ainsi que le Soleil, doivent darder dans le Tourbillon solaire, à peu près autant de matiere lumineuse, que le soleil en lance dans leurs différens Tourbillons : ce commerce, cet échange de matiere lumineuse, ne doit donc point appauvrir le Soleil.

Ensuite, la Lumiere que le Soleil répand dans son Tourbillon; & qui ne sort point de ce Tourbillon, retombe en très-grande partie dans le Soleil; où l'emporte sa gravitation ou son attraction vers cet astre, quand le mouvement de projection est éteint & épuisé.

Ainsi, en supposant même assez considérable, la quantité de matiere qui sort incessamment du Soleil; cette perte, sans cesse réparée, ne devroit point l'appauvrir : comme les Vapeurs & les Exhalaisons qui s'échappent sans cesse du sein de la Terre, ne diminuent point sensiblement sa masse; parce que ces vapeurs & ces exhalaisons y reviennent ou en même nature ou en substances équivalentes.

861. REMARQUE. On ne doit point concevoir l'*embrasement du Soleil*, comme celui des Corps combustibles qui se consument sous nos yeux.

I°. Une Bougie qui m'éclaire, consume & dissipe toute sa substance dans six ou sept heures. Mais la substance de cette bougie, ne se convertit pas toute entiere en lumiere : une grande partie se résout en vapeur & en fumée; une autre partie considérable, en Air & en Gas ; une autre partie encore, en charbon & en cendres. Si on divisoit la substance de cette Bougie, en cent mille millions de parties : à peine y en auroit-il une peut-être, qui soit pleinement convertie en lumiere & employée à m'éclairer.

II°. Mais la Substance solaire, celle du moins que la Fermentation intestine fait jaillir en torrens lumineux jusqu'à nous, n'entraîne & n'emporte avec elle hors du sein de cet Astre, ni de l'Air, ni des Gas, ni des Vapeurs, qui puissent sensiblement l'appauvrir.

Si l'embrasement solaire renferme des substances crasses, semblables à celles du feu terrestre ; ces substances, divisées & consumées, retombent dans le sein du Soleil par leur pesanteur : comme les Laves & les Cendres d'un Volcan, retombent vers le centre de la Terre, non loin du Volcan qui les élance & les dissipe dans les Airs.

862. OBJECTION II. De la théorie que nous adoptons sur l'origine de la Lumiere, découle une *Absurdité palpable :* savoir, qu'au-delà des Etoiles les plus éloignées de nous, & hors de l'enceinte du Monde existant qui est nécessairement fini dans l'Espace infini ; il doit y avoir une vraie matiere, la *matiere de la Lumiere ;* dont le Mouvement dans le Vide, doit persévérer pendant l'infinie durée des tems, en s'éloignant sans cesse de sa source avec une inconcevable vîtesse.

Selon la théorie du Mouvement, un Corps conserve sa vîtesse & sa direction, jusqu'à ce que quelque Cause y vienne occasionner un changement(307). Or, la Matiere lumineuse, dardée dans les Vides immenses, n'y rencontre aucune Cause capable de changer ou sa vîtesse ou sa direction : donc la matiere lumineuse qui, dardée du sein du Soleil ou d'une Etoile, ne rencontre dans sa route aucune Planete, aucune Comete, aucune Etoile, doit se mouvoir persévéramment selon sa direction & avec sa vîtesse primitives, & s'éloigner à l'infini dans les Espaces infinis.

RÉPONSE. Il est facile d'assigner la Cause physique qui doit empêcher la lumiere du Soleil & des Etoiles, d'aller se perdre dans les espaces infinis au-delà des limites du Monde existant. Cette cause est la *gravitation générale de la Matiere* vers certains centres.

I°. La Lumiere, ainsi que toute autre matiere, a une *Gravitation réelle*, en vertu de laquelle elle tend ou vers le centre du Soleil, ou vers le centre de quelque Etoile, ou vers le centre de quelque Planete ou Comete : selon qu'elle est plus près & plus fortement attirée par quelqu'un de ces corps.

II°. La *lumiere du Soleil*, par exemple, en sortant du sein de cet astre avec une inconcevable vîtesse, a en elle-même, une Cause propre à retarder & à détruire le mouvement qui l'anime, même au sein d'un Vide parfait ; savoir, sa gravitation vers le Soleil, laquelle s'oppose à la permanence de ce mouvement : ainsi que la gravitation d'une *Balle de fusil*, tirée vers le zénith, détruit peu à peu & enfin totalement le mouvement vertical de cette Bale, quand même l'Air ne lui opposeroit aucune résistance. (1440).

III°. Il résulte delà, que la lumiere du Soleil ou

des Etoiles, élancée au-delà des barrieres ou des limites du Monde existant, doit en vertu de sa Gravitation qui détruit peu à peu son mouvement de projection, revenir enfin sur elle-même ; & se porter vers l'Astre opaque ou lumineux qui se trouvera plus à portée de sa route, & qui exercera contre elle une *Attraction active*, plus forte & plus puissante.

On voit par tout ce que nous venons d'observer & d'expliquer, comment la théorie que nous adoptons sur l'origine de la Lumiere, cadre en tout sens avec la plus simple théorie du Mouvement : avantage qui manque totalement à la fabuleuse Hypothese que nous combattons ; & qui fait de la Lumiere, un Fluide paisiblement répandu autour du Corps lumineux, & emplissant l'immensité de la Nature visible.

863. OBJECTION III. Dans la théorie que nous adoptons ; les jets ou les torrens de Lumiere, que dardent de leur sein plusieurs Corps lumineux, devroient nécessairement, en se croisant en mille & mille manieres, se troubler & se confondre. Car soient *quatre Bougies*, par exemple, allumées aux quatre coins d'une Chambre : nous n'en considerons ici que deux. (*Fig.* 20).

Puisque tout Corps lumineux répand en tout sens sa lumiere en ligne droite : il est clair que le Rayon *a* A *a*, dardé par la Bougie A, doit être arrêté & troublé dans son cours, par le Rayon opposé *b B b*, que darde la Bougie B.

Si les forces de ces rayons opposés, sont égales ; elles se détruisent, & on ne doit voir ni la bougie A, ni la bougie B : si les forces de ces mêmes rayons opposés, sont inégales ; on ne doit voir que la bougie dont la lumiere est plus forte : conséquences totalement contraires à l'expérience.

RÉPONSE. C'est un abus assez commun en genre

d'Opinions philoſophiques, abus qu'il eſt à propos de faire bien remarquer une fois pour toutes, d'oppoſer à un *Syſtême que l'on combat*, des Difficultés qui lui ſont communes avec le ſyſtême que l'on adopte ou que l'on eſt forcé d'adopter. La difficulté dont il s'agit ici, eſt de ce genre : elle eſt inévitablement commune à tout ſyſtême ſur la nature & ſur la propagation de la Lumiere. (901).

Car il eſt évident que la Lumiere eſt néceſſairement, ou un Fluide émané du ſein du corps lumineux, ou un Fluide préexiſtant autour du corps lumineux & mis en jeu par l'action du corps lumineux : il n'y a certainement point de milieu entre ces deux choſes. Or, la même Difficulté ou la même Objection exiſte & ſubſiſte : ſoit que les rayons *a* A *a*, *b* B *b*, AR, BR, brillent par voie de preſſion ; ſoit qu'ils brillent par voie d'émanation. (*Fig.* 20).

I°. Les Partiſans de Deſcartes & de Malebranche, qui veulent que la Lumiere ſoit produite *par voie de Preſſion*, répondent à cette Difficulté & à cette Objection, que la Bougie allumée A & la Bougie allumée B exercent leur action impulſive ſur différentes ſortes de globules alignés ; & que ces globules alignés, à raiſon de leur infinie petiteſſe, ſe meuvent ou tendent à ſe mouvoir ſéparément les uns à côté des autres, ſans troubler en D leur action reſpective.

Cette réponſe peut-elle ſe concilier avec la ſuppoſition du Plein, & avec l'idée du Fluide qui forme ce Plein plus ou moins parfait ?

II°. Les Partiſans de Newton, qui ſoutiennent & qui démontrent que la Lumiere eſt produite *par voie d'Emanation*, répondent d'une maniere plus philoſophique & plus ſatisfaiſante à cette même difficulté & à cette objection, en diſant :

Que les Molécules dardées par la Bougie A & par la Bougie B, étant d'une infinie petiteſſe, trouvent

aiſément dans les Vides de l'eſpace où elles ſont élancées, des ſentiers libres dans leſquels leur marche n'eſt point interrompue :

Que ſi quelques-unes de ces Molécules ſe rencontrent par haſard dans leur courſe oppoſée, elles ſe réfléchiſſent ſelon les loix des Corps élaſtiques, mais ſans aller faire dans l'Œil où elles aboutiront après leur choc, une impreſſion aſſez ſenſible pour y peindre la flamme de la bougie; par la raiſon qu'elles n'y arrivent pas & en quantité ſuffiſante & dans un ordre convenable pour produire cet effet :

Que ſi mille Bougies brilloient à la fois dans une vaſte Salle; un ſeul & même Œil pourroit les voir toutes à la fois : parce que les jets lumineux que chacune darde de ſon ſein, trouvent dans les Vides de l'eſpace D ou R où ils ſe croiſent, des ſentiers libres où ils peuvent tous paſſer en quantité ſuffiſante pour aller affecter ſenſiblement le même œil, & y tracer l'image du corps qui les produit & les darde :

Que la Lumiere réfléchie ne trouble point le mouvement de la Lumiere directe : parce que l'une & l'autre trouve dans les Vides de l'eſpace où elle ſe meut, des ſentiers à part, où ſes molécules d'une inconcevable ténuité, ont un libre paſſage :

Que quelque vive que ſoit la Lumiere dans un eſpace D ou R ; la ſomme de toutes ſes molécules, réunies en une ſeule & même maſſe, n'occuperoit pas ſans doute la cent millionieme partie de l'eſpace où elle ſe meut ; & que l'on conçoit par-là aiſément, comment ces molécules ſe croiſent & ſe meuvent dans cet eſpace, ſans s'y troubler ſenſiblement dans leur cours.

III°. La Difficulté ou l'Objection dont il eſt ici queſtion, loin d'abattre la théorie que nous donnons ſur la nature & ſur l'origine de la Lumiere, ſe convertit en preuve qui la cimente & la conſolide : parce que,

résolue d'une maniere satisfaisante dans l'hypothese du Vide, elle acheve de renverser la seule hypothese qu'on pourroit être tenté de lui substituer.

Je conçois plus facilement la Lumiere, dans l'hypothese de Descartes, que dans celle de Newton, disoit Ariste. Et moi je la conçois plus facilement dans l'hypothese de Newton, que dans celle de Descartes, répondit Clitandre. C'est donc à nous d'examiner laquelle de nos deux manieres de concevoir la Lumiere, est conforme à la Nature; qui ne fait pas toujours les choses, comme nous les concevons le plus facilement.

Or, toute la théorie de la Lumiere, toute la théorie du Mouvement, toute la théorie de l'Astronomie physique, est en opposition avec l'hypothese de Descartes : donc cette hypothese n'a rien de commun avec la nature de la Lumiere.

PARAGRAPHE SECOND.

LA DIVERSITÉ DES COULEURS.

864. OBSERVATION I. Il faut bien distinguer la sensation des Couleurs, de la Cause physique qui produit ou qui occasionne cette sensation.

I°. *La sensation des Couleurs*, considérée dans l'Ame, est une modification de l'ame : modification spirituelle, dont la nature ne ressemble en rien au Spectre coloré qu'elle a pour terme & pour objet hors de l'ame.

II°. Cette sensation mentale des Couleurs, est produite ou occasionnée par deux Causes, dont l'une est *intrinseque à l'homme*, savoir, l'impression faite dans l'œil, dans la rétine; & dont l'autre est *extrinseque à l'homme*, savoir, la matiere ou la disposition de la

matiere qui produit ou qui occaſionne cette impreſſion dans l'organe de la vue.

Il ne s'agit ici que de la Cauſe extrinſeque des couleurs ; ou de la matiere qui nous en procure la ſenſation.

865. OBSERVATION II. Tous les Phyſiciens conviennent que la cauſe extrinſeque qui nous fait ſentir les Couleurs, n'eſt autre choſe que la matiere même de la Lumiere : mais ils different entre eux, dans l'explication qu'ils donnent de la nature de la Lumiere & de ſon action ſur l'œil.

I°. Selon Deſcartes, la Lumiere eſt toute homogene, toute ſemblable dans les molécules qui la compoſent, & qui ne different ni en nature, ni en maſſe, ni en figure.

Mais ce *Fluide homogene* peut recevoir des vibrations différentes, de la part du corps lumineux, ou du corps qui l'agite & qui l'ébranle.

Une *certaine eſpece de Vibrations*, excitée dans le Fluide lumineux, produit dans l'œil une impreſſion qui fait naître dans l'Ame la ſenſation d'une couleur ; du Verd, par exemple.

Une autre eſpece de Vibrations, plus forte ou plus foible ou en un ſens différent, occaſionne à l'œil une autre impreſſion ; & à l'ame une autre ſenſation, par exemple, la ſenſation du Violet ou du Rouge.

Une troiſieme eſpece de Vibrations dans le Fluide lumineux, différente des deux précédentes, donnera à l'œil & à l'ame, la ſenſation d'une couleur différente des deux précédentes ; & ainſi de ſuite.

II°. Selon Newton, la Lumiere eſt un *Fluide hétérogene*, compoſé de ſept eſpeces de molécules, qui different entre elles ou en maſſe, ou en figure, ou peut-être en l'une & en l'autre. (*Fig.* 9).

Parmi ces ſept eſpeces de molécules, qui forment le corps de la Lumiere, il y en a une AB, qui n'occaſionne jamais que la ſenſation du Rouge; une autre CD, qui n'excite jamais que la ſenſation du Jaune; une autre EF, qui ne produit jamais que la ſenſation du Bleu; une autre GH, qui ne donne jamais que la ſenſation du Violet; & ainſi du reſte.

III°. Selon Deſcartes, la *Roſe* & la *Violette*, par exemple, produiſent dans l'œil deux impreſſions fort différentes; quoiqu'elles réfléchiſſent préciſément la même eſpece de matiere, dans l'œil: parce que la Lumiere, toute homogene, toute compoſée de globules de même nature, de même volume, de même figure, reçoit, en ſe réfléchiſſant ſur la Roſe, un genre de mouvement & de vibration, fort différent de celui qu'elle prend en ſe réfléchiſſant ſur la Violette.

Il eſt évident, diſent Deſcartes & Malebranche, que chaque Globule de lumiere peut avoir & un *Mouvement direct*, qui l'emporte ou tend à l'emporter en ligne droite; & un *Mouvement circulaire*, qui le fait tourner ou tend à le faire tourner ſur ſon centre & ſur ſon axe. Ces deux eſpeces de Mouvement peuvent, en ſe combinant, varier à l'infini; & c'eſt cette diverſité de combinaiſons dans le mouvement des Globules lumineux, qui donne à l'œil une diverſité de ſenſations, à laquelle eſt attachée la différente perception ou ſenſation des Couleurs.

La même Matiere lumineuſe, avec une telle quantité de mouvement en ligne droite & en ligne circulaire, fera dans l'œil une impreſſion qui donnera la ſenſation du Rouge; avec une quantité différente de mouvement ou en ligne droite ou en ligne circulaire, fera dans l'œil une impreſſion différente de la précédente, à laquelle ſera attachée la ſenſation du Vert ou de Violet.

IV°. Selon Newton, la Roſe & la Violette pro-

duisent dans l'œil deux impressions fort différentes : parce qu'elles réfléchissent dans l'œil, deux différentes especes de Matiere lumineuse. (*Fig.* 9).

Par exemple, la *Rose* absorbe ou dissipe toutes les especes de molécules lumineuses, à l'exception des molécules AB, destinées à donner la sensation du Rouge : elle réfléchit ces dernieres seules dans l'œil ; & l'œil reçoit la sensation du Rouge.

La *Violette* absorbe ou dissipe toutes les especes de molécules lumineuses, à l'exception des molécules GH, destinées à occasionner la sensation du Violet : elle réfléchit ces dernieres seules dans l'œil ; & l'œil reçoit la sensation du Violet.

DÉCOMPOSITION DE LA LUMIERE.

Il est clair que l'on auroit pu disputer à l'infini pour & contre les *deux Opinions* dont il vient d'être question, sans rien décider : si l'Expérience ne fût venue au secours des Spéculations & des Raisonnemens.

Le grand Newton entreprit d'analyser & de décomposer la Lumiere, comme la Chymie décompose les Corps grossiers ; & du Résultat des Expériences & des Découvertes de Newton en ce genre, est née la *vraie théorie expérimentale de la Lumiere* : ainsi que nous allons l'observer & le démontrer.

866. EXPÉRIENCE. Soit une Chambre exposée au Soleil, dont les Volets bien fermés ne donneront passage à la Lumiere, que par un petit Tuyau cylindrique A, d'environ d'un demi pouce de diametre. Qu'au *Rayon solaire ACH*, on présente l'angle d'un assez grand Prisme de crystal BC : on aura les effets suivans. (*Fig.* 15).

I°. Le Rayon solaire AH, au lieu de suivre sa route primitive ACH, se coudera en C ; ira se peindre, en s'écartant, sur un Carton blanc MN ; y présen-

tera ſept Couleurs différentes, ſéparées & diviſées en tout autant de petits cercles iſolés.

Ces ſept Couleurs ſeront rangées dans l'ordre ſuivant, en paſſant des rayons les moins coudés, aux rayons les plus coudés : *Rouge*, *Orangé*, *Jaune*, *Vert*, *Bleu*, *Indigo* ou Pourpre, *Violet*.

II°. Si on perce le Carton MN dans le milieu d'un petit cercle coloré, par exemple, dans le celui du Rayon rouge *r*; & que l'on reçoive ce rayon rouge ſeul & iſolé ſur un autre Priſme de cryſtal DE : ce rayon ſe coudera de nouveau, & ira ſe peindre, en s'écartant, ſur un nouveau carton F : mais on ne verra ſur ce carton F, qu'une unique couleur, la *Couleur rouge*.

III°. Si on perce le Carton MN dans un autre cercle coloré, par exemple, dans celui du Rayon violet *v*: ce rayon violet, réfracté & diviſé en P, par un priſme ou par vingt priſmes ſucceſſifs, ne donnera jamais qu'une *Couleur violette en G*.

De même, le cercle vert, par quelque nombre de priſmes qu'on le faſſe paſſer, ne donne jamais que la *Couleur verte*; & ainſi des autres cercles colorés.

IV°. Quoique le Carton MN ſoit par-tout d'une couleur uniforme, d'une couleur blanche; le point de ce carton où tombent les *Rayons rouges*, eſt peint en rouge : le point où tombent les *Rayons violets*, eſt peint en violet; & ainſi du reſte.

Si à ce Carton blanc on ſubſtitue un Carton peint en jaune ou en rouge : le point de ce carton où tomberont les Rayons verts, paroîtra vert; le point où tomberont les Rayons violets, paroîtra violet.

V°. Si avec une grande Loupe, on recueille & on réunit tous les rayons qui ſont diviſés en petits cercles colorés ſur le carton MN : ces *Rayons diverſement colorés* prennent, en ſe réuniſſant, une couleur commune, qui eſt le Blanc.

Réfractés de nouveau par un Prisme après leur réunion, ils se divisent, comme auparavant, en diverses couleurs : ce qui n'arrive point à une espece isolée de rayons colorés, par exemple, à l'*Espece rouge ;* qui réunie par une Loupe, & réfractée successivement par tant de Prismes que l'on voudra, ne donne jamais qu'une Couleur rouge en F : quelle que soit sa densité, & quel que soit l'objet F sur lequel elle tombe.

VI°. De ces ingénieuses Expériences & de ces brillantes Découvertes de Newton, résultent un certain nombre de Corollaires bien solidement établis, bien sensiblement démontrés, qui renferment la *vraie théorie de la Lumiere ;* & qui renversent de fond en comble en ce genre, les vaines Fictions & les romanesques Hypotheses des Descartes, des Malebranche, des Euler, & de tous ceux qui font consister la Lumiere, dans une Matiere homogene ; & les Couleurs, dans différentes vibrations de cette Matiere homogene, élastique ou non élastique.

Les Couleurs dans les Rayons.

867. Corollaire I. *La matiere de la Lumiere, est une substance hétérogene.*

Explication. La Preuve sensible & démonstrative en est, que les molécules de cette matiere, en passant à travers un même Prisme de crystal C B, souffrent les unes plus & les autres moins de réfraction : ce qui ne devroit point avoir lieu, si toutes les molécules qui composent le Rayon lumineux AC, étoient de même masse & de même figure. (*Fig.* 15).

I°. Les *Rayons rouges* sont toujours les moins coudés, les moins réfractés, les moins éloignés de la direction primitive & commune ACH : ce qui doit venir de ce que ces rayons, ayant plus de masse &

par-là même plus de force motrice, résistent plus fortement & plus efficacement à la Cause réfractante CB.

II°. Les *Rayons violets* sont toujours les plus coudés & les plus réfractés: sans doute, parce qu'étant d'une masse plus petite, ils ont moins de force motrice que les autres, & cedent plus facilement & plus amplement à la Cause réfractante CB.

III°. Par la même raison, les *autres especes de Rayons*, se coudent & se réfractent d'autant plus, qu'elles ont moins de force motrice à opposer à la Cause réfractante. (*Fig*. 9 & 15).

Ainsi la masse de ces Molécules lumineuses, doit décroître successivement depuis l'espece rouge, jusqu'à l'espece violette, dans l'ordre que nous avons observé dans l'expérience précédente. Les rayons rouges doivent être les plus massifs: viennent ensuite, toujours en décroissant, les orangés, les jaunes, les verts, les bleus, les pourpres, les violets.

IV°. Le plus petit rayon ou filet de Lumiere, eût-il moins de diametre & de volume que le cheveu le plus fin, se décompose en *sept Couleurs différentes*; ainsi que le rayon plus volumineux de l'Expérience précédente.

D'où il s'ensuit que *tout Rayon sensible de Lumiere, renferme toujours sept especes différentes de Molécules*: qui, quoiqu'unies & mélangées, different réellement les unes des autres.

868. COROLLAIRE II. *La différence des Couleurs, a pour cause la différence des Rayons, & non la différence de leurs Vibrations.*

EXPLICATION. La preuve sensible & démonstrative en est, qu'une espece isolée de Rayons, par exemple, l'*Espece rouge*, recueillie & condensée par une Loupe, réfractée & divisée par un Prisme ou

par un nombre quelconque de Prismes, ne donne jamais sur un Carton blanc ou vert ou jaune, que la Couleur rouge. (*Fig.* 15).

Pourquoi ces *Rayons rouges*, réunis par une Loupe, réfractés par différens Prismes, réfléchis par différens Objets, ne prendroient-ils pas différentes vibrations, comme en passant par le prisme BC?

Pourquoi, en prenant des vibrations différentes, ne s'épanouiroient-ils pas en différentes Couleurs, semblables à celles du carton MN : si la *différence des Couleurs*, avoit pour cause le différent mouvement ou la différente vibration des rayons, & non la différence de leur nature?

869. COROLLAIRE III. *Il n'y a que sept especes de Couleurs primitives, dans la Nature.*

EXPLICATION. La preuve sensible & démonstrative en est, que la *différence des Couleurs*, consiste dans la différence des Rayons; & qu'il n'y a que sept especes de rayons différens.

870. COROLLAIRE IV. *Les Couleurs primitives sont inaltérables.*

EXPLICATION. La preuve sensible & démonstrative en est, que ces Couleurs primitives, réfléchies ou réfractées par quelque espece de Corps que ce soit, ne changent pas de nature. Par exemple, soit une espece primitive de Couleurs, celle que donne le Rayon rouge *r*, pur & isolé. (*Fig.* 15).

Ce *Rayon rouge*, reçu sur un carton ou sur un linge ou sur un drap, blanc ou noir, vert ou jaune, s'y peint toujours en rouge. Ce même rayon rouge, en passant à travers un *Verre coloré*, jaune ou vert, bleu ou violet, en sort toujours rouge.

La même chose arrive à chaque espece primitive de Rayons & de Couleurs : chacune conserve sa

Couleur

Couleur propre; quel que soit le Corps qui la refléchit ou qui la réfracte.

871. COROLLAIRE V. *La différence des Couleurs, dans les Objets sensibles qui ne sont point lumineux par eux-mêmes, vient de la différence des Rayons qu'ils réfléchissent dans nos yeux.*

EXPLICATION. La preuve sensible & démonstrative en est, que les Couleurs consistent dans les Rayons; lesquels ne peuvent faire telle & telle impression dans notre œil, & y peindre tel & tel objet, qu'autant qu'ils y sont répercutés par ces objets.

I°. L'*Ecarlate* excite dans notre œil, la sensation du rouge: parce que cette étoffe absorbe & retient toutes les especes de rayons; à l'exception de l'espece rouge, qu'elle réfléchit dans notre œil.

Le *Safran* se peint à notre œil sous une couleur jaune: parce que cette matiere absorbe & retient toutes les especes de rayons; à l'exception de l'espece jaune, qu'elle réfléchit & qu'elle renvoie dans notre œil. (*Fig.* 15).

On conçoit par-là, comment on peut rendre raison de tout ce qui concerne les *autres Couleurs primitives*, qu'absorbent & que réfléchissent les différentes especes de Corps opaques.

II°. Le *Blanc* est l'assemblage & le mélange de toutes les Couleurs uniformément réfléchies.

Le Lys nous paroît blanc: parce que cette fleur réfléchit & renvoie dans notre œil, une égale quantité de toutes les sept especes de rayons.

Ainsi, le Blanc est une *Couleur composée*, & la plus composée de toutes les couleurs.

III°. Le *Noir* est l'absence ou la privation de toutes les couleurs.

Un Appartement, où brillent avec éclat pendant le jour toutes les especes de couleurs, me paroît noir

pendant une nuit obſcure : parce que les meubles qui l'enrichiſſent, ne réfléchiſſent plus pendant la nuit, aucune eſpece de rayons qui puiſſe affecter mes yeux.

Un Habit me paroît noir pendant le jour : parce que cette eſpece d'étoffe abſorbe uniformément une très-grande quantité de toutes les eſpeces primitives de rayons ; & qu'elle ne réfléchit dans mon œil, qu'une fort petite & à peu près égale quantité de toutes les eſpeces de rayons : ce qui fait que ma Rétine ne reçoit de ce Mélange affoibli & peu énergique de toutes les eſpeces de Rayons, qu'*une fort foible Impreſſion*, à laquelle eſt attachée la ſenſation du Noir.

Le Noir eſt l'oppoſé du Blanc : parce que, comme un objet blanc réfléchit uniformément en très-grande quantité toutes les eſpeces de rayons ; un objet noir abſorbe uniformément toutes les eſpeces de rayons qu'il reçoit, ou n'en réfléchit uniformément qu'une fort petite quantité de chaque eſpece.

IV°. Le *Mélange de deux Couleurs primitives*, en produit une troiſieme ; qui participe des deux Couleurs intrinſequement différentes, auxquelles elle doit ſon origine. Par exemple, (*Fig.* 15) :

Si ayant réuni par le moyen d'une Loupe, le Rayon rouge *r* & le Rayon violet *v*, déjà analyſés & bien épurés, on les fait tomber ſur un même point d'un Carton blanc : ce point du Carton ſera peint d'une couleur qui ne ſera ni rouge ni violette, mais qui tiendra du Violet & du Rouge.

Du Mélange des Couleurs primitives, réſultent des *Couleurs factices* qui ſont ſuſceptibles d'être décompoſées par un Priſme, par une Loupe, par d'autres Corps réfractans : au lieu que les *Couleurs originales & primitives* ne ſont point ſuſceptibles d'une ſemblable décompoſition.

871. II°. REMARQUE. On peut voir dès à préſent,

si l'on veut, dans notre théorie des *Modernes Découvertes* en genre de Physique & de Chymie, ou dans le cinquieme Volume de cet Ouvrage, sous les Numéros 1861 & 1864, par quel genre de fausses Expériences & de fausses Spéculations, a été successivement attaquée & combattue en France, la belle théorie expérimentale de Newton, au sujet de la Lumiere & des Couleurs.

L'Édition de ce cinquieme Volume, de cette théorie des modernes Découvertes, venoit d'être rendue publique depuis environ trois mois : lorsqu'a été enfin annoncé & publié le *célebre Jugement de l'Académie de Lyon*, au sujet de la Dispute élevée depuis quelques années entre les Partisans & les Adversaires de Newton, dans ce qui concerne la *théorie expérimentale de la Lumiere :* Jugement qui fait autant d'honneur à l'Académie de Lyon, qu'à Newton lui-même ; & dont on peut voir l'Annonce & le Résultat dans le Mercure de France, Journal du 28 Octobre 1786, tels que les voici.

« Le Concours, par son mérite, a répondu à l'im» portance de la Question. On y a admis huit Mémoi» res, dont quatre attaquent la Théorie Newtoniene, » & quatre la défendent. Deux des premiers & deux » des seconds étoient évidemment trop inférieurs » aux autres, pour soutenir la concurrence. Le vrai » Concours n'a eu lieu en effet, qu'entre deux savans » Mémoires opposés à Newton, & deux qui confir» ment ses Expériences & sa Théorie.

» Toutes les *Expériences* ont été soigneusement » répétées, avec les Instrumens que le zele de quel» ques Académiciens a fournis : les Commissaires y » en ont ajouté de nouvelles : *les Résultats ont été » constamment en faveur du célebre Physicien An» glois ;* & l'Académie s'est félicitée d'avoir à cou» ronner deux Défenseurs de sa Doctrine, vraiment » dignes de ce grand homme ».

RAYONS EFFICACES ET RAYONS INEFFICACES.

872. OBSERVATION. Dans la Lumiere que dardent ou que réfléchiſſent les Objets ſenſibles ; on peut diſtinguer, & des Rayons efficaces, & des Rayons inefficaces. (*Fig.* 31).

I°. Les *Rayons efficaces* ſont ceux qui font ſur l'Œil, l'*Impreſſion dominante ;* l'impreſſion qui plus ſenſible annulle en quelque ſorte toutes les impreſſions plus foibles, que reçoit conjointement le même point de l'Œil.

II°. Les *Rayons inefficaces* ſont ceux qui font ſur l'Œil une impreſſion réelle, mais très-foible ; & qui devient comme nulle, par l'impreſſion plus forte & plus ſenſible que produit l'eſpece dominante & plus abondante de rayons, ſur un point de l'organe de la vue. Par exemple :

L'*Ecarlate* me paroît ſimplement de couleur rouge ; quoique cette étoffe réfléchiſſe dans mon œil, avec les rayons rouges, une aſſez grande quantité de rayons verts, de rayons jaunes, de rayons violets : parce que les *Rayons rouges*, dont la ſomme eſt incomparablement plus grande & plus active, font ſur mon Œil une impreſſion plus marquée, une impreſſion qui domine ſur l'impreſſion des autres eſpeces de rayons, & qui abſorbe l'attention de mon ame.

III°. Cette théorie des *Senſations efficaces & dominantes*, eſt très-conforme à l'expérience. Car, on ſait qu'un grand Bruit empêche & annulle la ſenſation que produit ſur l'oreille un Son foible, qui ſe feroit entendre très-nettement dans le ſilence : qu'un Coup de ſabre, que reçoit un Militaire dans une Bataille, l'empêche de faire attention à une légere bleſſure qu'il reçoit en même tems dans quelque autre partie de ſon corps.

Une *grande commotion dans l'Ame*, ſorbe l'atten-

tion qu'elle donneroit dans un état paisible, à des objets moins sensibles.

PROPOSITION.

873. *La diversité des Couleurs, a pour cause la diversité des Rayons que darde de son sein le Corps lumineux, & que réfléchissent ou que réfractent les divers Corps opaques.*

DÉMONSTRATION. Cette proposition n'est, comme on voit, qu'une suite & une dépendance de ce que nous venons d'observer & de démontrer sur la nature de la Lumiere & des Couleurs. (*Fig.* 15).

I°. Il est démontré, par la décomposition de la Lumiere, que ce Fluide est composé de sept especes de Rayons: qu'*une même espece de Rayons*, par exemple, l'espece rouge, plus ou moins condensée, plus ou moins divisée & éparpillée, animée d'un mouvement quelconque, n'excite jamais qu'une même sensation dans l'œil & dans l'ame, la sensation du Rouge: que quelque espece de mouvement ou de vibration ou de trépidation que l'on s'efforce de donner à l'espece rouge de Rayons, soit en la réfractant dans différens Prismes colorés ou non colorés, soit en la réfléchissant par le moyen de différentes Especes de corps, elle ne cesse point de donner persévéramment & uniquement la même espece de couleur, la Couleur rouge.

II°. On peut, d'après l'expérience, dire la même chose de chacune des sept especes différentes de Rayons; qui réfractée & réfléchie de quelque maniere que ce soit; ne donne jamais que sa couleur primitive; que sa Couleur propre. (866).

Donc il est certain & démontré que *les Rayons sortent colorés du sein du Corps lumineux;* & que la différence des Couleurs que nous observons dans

les Objets ſenſibles, a pour cauſe, la diverſité des Rayons que répand le Corps lumineux, & que réfléchiſſent ou que réfractent les divers Corps opaques. C. Q. F. D.

874. REMARQUE. La Théorie que nous venons d'expoſer & d'établir, au ſujet des *Couleurs*, eſt la ſeule qui puiſſe être admiſe par la ſaine Phyſique : puiſque c'eſt la ſeule qui ſoit fondée & établie ſur l'Expérience ; & qui puiſſe cadrer d'une maniere ſatisfaiſante, avec les divers Phénomenes des Couleurs.

Mais en plaçant les *Couleurs des Objets viſibles*, dans les divers Rayons qu'ils dardent ou qu'ils réfléchiſſent dans nos yeux ; gardons-nous d'en prendre ou d'en donner de fauſſes idées : gardons-nous d'attribuer à ces *Rayons colorés*, quelque Qualité occulte, quelque choſe viſible & ſenſible, qui ſoit réellement diſtinguée de la Matiere qui les conſtitue & du Mouvement qui les anime ; & qui reſſemble de près ou de loin aux *Images colorées*, dont notre Ame eſt affectée à la préſence des Objets viſibles.

I°. Ces *différentes Couleurs* ne ſont autre choſe, dans les divers Rayons, que la propriété qu'ils ont par leur maſſe & par leur vîteſſe, d'occaſionner dans les fibres de notre Œil, certaines *Impreſſions ou Senſations organiques*, qui deviennent la Cauſe occaſionnelle des *Senſations intérieures & mentales* qui ſe forment dans notre Ame, à la préſence des Objets colorés ; & que nous nommons Images ou Senſations des Couleurs. (*Mét.* 452 & 460).

II°. Les *Rayons rouges* ayant autant de vîteſſe & plus de maſſe que les Rayons orangés : il eſt clair que les premiers doivent produire dans l'œil une impreſſion organique, différente de celle qu'y produi-

roient les derniers. Faut-il autre chose pour occasionner à l'ame, des sensations intérieures, totalement différentes ?

L'impulsion plus forte, faite dans l'œil par les rayons les plus massifs, occasionnera à l'ame la sensation intérieure ou mentale du *Rouge*. Ensuite, l'impulsion un peu plus foible, faite dans l'œil par des rayons d'une masse un peu moindre, par les rayons orangés, occasionnera à l'ame la sensation de l'*Orangé*. A une impulsion plus foible encore, faite par les rayons dont la masse est la plus petite de toutes, sera attachée la sensation du *Violet*. Si ces trois différentes impulsions & impressions sont faites à la fois sur trois points séparés de la rétine : l'Ame aura à la fois les trois sensations dont nous venons de parler.

III°. La *Sensation des différentes Couleurs* dont notre Ame est affectée, ne suppose donc point dans les Rayons qui affectent notre œil ou dans les Objets qui envoient ces rayons dans notre œil, l'existence de quelque chose de semblable aux *Images colorées* qu'ils font naître dans notre ame. (190 & 193).

OBJECTIONS A RÉFUTER.

875. OBJECTION I. Si les *Rayons du Soleil*, sont hétérogenes ; s'ils different en masse & en réfrangibilité : comment ne se décomposent-ils pas en leurs sept Couleurs primitives, en passant dans notre Atmosphere, où il est démontré qu'ils se réfractent réellement ?

RÉPONSE. Cette Difficulté, cette Objection, est commune à tout systême sur les Couleurs ; & dans tout systême on la résout facilement : en disant, d'après l'Expérience, que toute Réfraction n'est point suffisante pour décomposer la Lumiere, & pour la diviser en ses différentes especes de couleurs.

IV.

I° Pour opérer cet effet, pour analyser & pour séparer sensiblement les couleurs d'un Rayon de lumiere : il faut que ce Rayon essuie une *très-forte Réfraction* ; une réfraction capable d'écarter notablement les unes des autres, les différentes molécules qui le composent : il faut que chaque espece de molécules, après la réfraction, puisse se porter séparément sur des Points bien séparés, par qui elle soit réfléchie nettement & sans mélange dans l'œil.

Telle est la Réfraction que produit un Prisme de crystal, que produisent les Globules d'eau, dans une Nuée où l'on contemple l'Arc-en-ciel. (808).

II°. Mais, quoique la Lumiere se réfracte dans un Carreau de vitre, dans un Bassin d'eau tranquille, dans la Masse d'air qui enveloppe la Terre ; elle ne s'y réfracte pas suffisamment pour se decomposer sensiblement en ses différentes couleurs ; parce que les différens Rayons qui la composent, trop peu écartés les uns des autres dans une Réfraction assez foible, vont se placer sensiblement sur les mêmes Points des objets ; & en rejaillissent mélangés & confondus sensiblement, à peu près comme avant la réfraction.

876. OBJECTION II. Dans la théorie que nous adoptons sur la Lumiere & sur les Couleurs, une *Prairie* nous paroît verdoyante : parce qu'elle réfléchit les rayons verts, & qu'elle absorbe les autres.

Mais regardons cette même Prairie, à travers un *Verre rouge* : elle nous paroîtra toute rouge. Considérons ensuite la même Prairie, à travers un *Verre jaune ou violet* : elle nous paroîtra jaune ou violette.

Cette Expérience, connue de tout le monde, ne semble-t-elle pas renverser de fond en comble, toute la théorie de Newton, que nous adoptons ?

Les Rayons réfléchis par l'herbe d'une Prairie, par

les feuilles d'un Bosquet, sont des *Rayons verts*; excitent dans l'Œil & dans l'Ame, la sensation du Vert: quand ils arrivent dans l'œil, sans passer par aucun Verre coloré. Ces mêmes Rayons verts, en passant par un Verre coloré, changent de nature ; ils deviennent ou rouges, ou jaunes, ou violets; selon la couleur du Verre qui les reçoit & qui les modifie dans ses pores.

Donc les Rayons de la Lumiere, ne sont point, comme le prétend Newton, d'une couleur inaltérable & indestructible. Donc les *mêmes Rayons*, par le moyen de certaines modifications différentes qu'on leur fait prendre, peuvent être successivement verts, rouges, jaunes, violets; comme le pensa Descartes.

RÉPONSE. Cette *Expérience des Verres colorés*, qui paroît d'abord si décisive & si triomphante en faveur du Systême cartésien, se concilie facilement avec la théorie de Newton : théorie constatée & démontrée par les Expériences les plus certaines & les plus décisives. (871).

La Nature n'est point en contradiction avec elle-même. Quand *deux Expériences* paroissent opposées entre elles sur un même objet : il est clair que l'une des deux est mal envisagée; & qu'il faut les soumettre l'une & l'autre à un nouvel examen, pour découvrir de quel côté est l'erreur. (*Fig.* 15).

I°. Il est démontré par des Expériences bien certeines, bien authentiques, bien décisives, par des expériences partout répétées & vérifiées avec le même succès, qu'après la Réfraction qui décompose un Rayon de Lumiere en sept especes différentes de Molécules, une *Espece isolée de ces Molécules*, par exemple, l'Espece verte, ne donne jamais que la Couleur verte ; quelle que soit la couleur du Corps

qui la réfracte ou qui la réfléchit. Donc les Rayons que réfléchit dans l'œil une prairie ou un bosquet, ne sont pas simplement l'Espece verte, pure & sans aucun mélange d'autres rayons, rouges, violets, jaunes, & ainsi du reste. (866 & 1863).

III. Une Prairie & un Bosquet, vus sans aucun Verre coloré, nous paroissent verdoyans : parce que la prairie & le bosquet réfléchissent dans notre œil, une beaucoup plus grande quantité de *Rayons verts*, que de rayons de toute autre espece ; quoiqu'ils réfléchissent aussi dans notre œil, une assez grande quantité de rayons de toute autre espece, rouges, jaunes, violets, pourpres.

L'Espece verte de rayons, fait donc dans notre œil, l'*Impression dominante ;* & cette impression dominante y fait naître une Sensation relative à l'espece de rayons qui l'excite ; tandis que l'impression faite dans notre œil par les autres especes de rayons, se trouvant incomparablement plus foible, y demeure comme annullée & non avenue. (872).

IIII°. Quand on regarde ensuite cette même Prairie & ce même Bosquet, à travers un *Verre coloré*, à travers un Verre teint intérieurement en rouge, par exemple ; la prairie & le bosquet cessent de paroître verdoyants : parce que les Rayons verts qu'ils réfléchissent toujours en très-grande quantité, sont absorbés ou dissipés par le Verre rouge ; qui placé sur l'œil, les empêche d'y pénétrer & d'y faire leur impression.

Cette Prairie & ce Bosquet paroissent de couleur rouge : parce que la petite portion de rayons rouges, qui est réfléchie pêle-mêle avec la foule des rayons verts & avec une petite quantité de toutes les autres especes de rayons, trouve seule un passage libre à travers les pores du Verre rouge ; & pénetre seule dans l'œil, où elle fait l'*Impression dominante*, &

où elle produit une Senſation relative à l'eſpece de rayons qui l'occaſionne.

IV°. Un *Objet vu à travers un Verre coloré*, par exemple, un Pré, eſt toujours vu ſous la couleur de ce Verre : parce que ce Verre abſorbe ou diſſipe toutes les eſpeces de rayons, excepté celle qui le colore; qu'il réfléchit en partie, & qu'il laiſſe paſſer en partie à travers ſes pores. Mais cet Objet, ce Pré, vu à travers un Verre coloré, eſt toujours vu avec moins de clarté : parce que ce Verre ne laiſſe entrer dans l'œil, que la moindre portion des rayons que cet objet réfléchit.

Cette *lumiere de l'Objet*, reçue dans l'œil à travers un Verre coloré, eſt cependant encore aſſez ſenſible : parce que l'impreſſion faite dans l'œil par la petite quantité de rayons auxquels le Verre coloré donne paſſage, ſuffit pour ébranler ſenſiblement les fibres infiniment délicates de la Rétine; & pour exciter l'*attention de l'Ame* ſur un Objet préſent à ſa vue, dans un moment où cet objet ne fait pas ſur l'œil d'autres impreſſions plus fortes & plus efficaces, capables d'abſorber & d'annuller celle-ci. (872).

V°. Pour faire évanouir l'Objection de la Difficulté dont il eſt ici queſtion, il ſuffit donc ſimplement de diſtinguer les *Couleurs pures & homogenes des Rayons*, d'avec les Couleurs hétérogenes & mélangées que réfléchiſſent les Objets.

Il n'y a point d'objet dans la Nature viſible, qui réfléchiſſe une ſeule & unique eſpece de rayons. L'eſpece notablement prédominante de rayons réfléchis par un objet, par exemple, par l'Ecarlate, détermine la Senſation de l'œil, & la Couleur que l'Ame attribue à cet objet.

Mais cet Objet réfléchit auſſi, avec l'*Eſpece dominante de rayons*, par exemple, avec l'eſpece rouge, des rayons de chacune des autres eſpeces; & quand

un Verre coloré, placé devant l'œil, ne donne passage qu'à l'espece de rayons analogues à sa couleur, l'œil n'apperçoit & ne doit appercevoir cet objet, que sous la couleur propre aux rayons qui l'affectent; que sous la couleur violette, si le Verre est violet.

877. OBJECTION III. A qui persuadera-t-on jamais, que l'*herbe d'une Prairie*, absorbe les différentes especes de rayons, à l'exception de l'Espece verte qu'elle répercute; qu'un *Verre rouge* absorbe les différentes especes de rayons, à l'exception de l'Espece rouge qu'il réfléchit en partie, & qu'il laisse passer en partie à travers ses pores; qu'un *Œil vicié par la Jaunisse*, absorbe ou dissipe toutes les especes de rayons qui l'atteignent, à l'exception de l'Espece jaune à laquelle il donne un libre passage vers sa rétine?

Comment & par quel Mécanisme physique, l'herbe d'une Prairie, par exemple, ira-t-elle démêler & choisir, parmi les sept especes mélangées de rayons que darde sur elle le Soleil, l'*Espece verte*, pour la réfléchir; les *six autres Especes*, pour les engloutir & les absorber? Quelle insoutenable rêverie, que cette théorie de Newton, sur la Lumiere & sur les Couleurs!

RÉPONSE. On persuadera la *possibilité de ces Phénomenes*, à toute Personne qui a les plus simples connoissances sur la Physique & sur la Chymie, sur la diverse contexture des Corps, sur l'inégalité & la diversité de leurs Pores, sur les différentes Affinités simples ou compliquées qu'ils peuvent avoir avec telle & telle espece de rayons. On persuadera la *réalité de ces mêmes Phénomenes*, à quiconque aura réfléchi avec quelque attention sur les fameuses expériences de la *décomposition de la Lumiere*, (866 & 1861); qui nous apprennent qu'une Espece homo-

gene de rayons, donne à tous les objets qu'elle atteint, une même couleur, sa couleur propre. Ces phénomenes ne doivent pas plus étonner & révolter un Physicien, que mille & mille autres que tout le monde connoît, & que personne ne révoque en doute.

Le Mécanisme physique que l'on attaque ici, est très-vraisemblablement un Mécanisme dépendant en partie, de la *diverse Contexture* des Corps; en partie, de la *diverse Affinité*, simple ou compliquée, de ces Corps avec telles & telles especes de rayons.

I°. Pourquoi l'Eau de riviere, absorbe-t-elle un morceau de Sel très-dur & très-pesant : tandis qu'elle épargne un morceau de Cire très-légere & très-molle ? Pourquoi l'Eau-forte absorbe-t-elle une piece de cuivre ou d'argent : tandis qu'elle ne donne aucune atteinte à une piece d'or, à un morceau de verre ? Pourquoi voit-on telle & telle Espece d'Etoffe, attirer la Rosée; s'en imbiber & s'en charger : tandis que telle & telle autre Espece semble la rejetter & ne s'en imbibe pas ?

Il est clair que tous ces phénomenes sont, du moins en grande partie, une dépendance des *Affinités naturelles*, des Attractions spéciales, qui existent entre telles & telles substances; & qui n'existe pas de même entre d'autres substances. (93, 136, 137, 1516, 1524).

II°. Ne peut-on pas supposer avec toute la vraisemblance possible, qu'un semblable Mécanisme physique donne lieu, du moins en partie, aux *phénomenes des Couleurs*, dans les différentes especes de Corps ? Une différence de Contexture, une différence de Pores, une différence d'Affinité, ne peut-elle pas faire évidemment qu'un Pré réfléchisse l'Espece verte de rayons, & qu'un morceau d'Ecarlate l'absorbe ? Selon cette théorie très-plausible, très-vraisemblable, très-philosophique :

L'*herbe des Prairies*, abſorbe en très-grande partie toutes les eſpeces de rayons, à l'exception de *Eſpece verte* : ſoit parce qu'elle a une grande affinité avec les premieres, & qu'elle manque d'affinité avec la derniere ; ſoit parce que la contexture de ſes parties & la configuration de ſes pores, exige que la choſe ſoit ainſi. (198).

Un *morceau d'Ecarlate*, par le moyen des ſubſtances dont cette étoffe s'eſt imprégnée dans la teinture, a acquis, outre une nouvelle contexture, une Affinité marquée avec toutes les eſpeces de rayons, qu'elle abſorbe ; à l'exception de l'*Eſpèce rouge*, qu'elle n'attaque point, & qu'elle laiſſe à ſon activité naturelle.

L'Herbe & l'Ecarlate n'abſorbent pas cependant tous les Rayons dont l'eſpece a une Affinité plus marquée avec elles : parce que tous les points de l'Herbe & de l'Ecarlate, ſur leſquels tombe la Lumiere, n'ayant pas une nature parfaitement ſemblable, n'ont pas non plus une même Affinité avec les *Eſpeces de rayons à abſorber* ; & que d'ailleurs tous ces points de l'herbe & de l'écarlate, n'ont pas des Pores également propres à engloutir les mêmes rayons. D'où il doit arriver qu'une partie des rayons qui ont une Affinité plus marquée avec l'herbe ou avec l'écarlate, échappe à l'action attractive de cette affinité, & ſe réfléchiſſe par ſon élaſticité naturelle.

Un *Verre ſans couleur*, donne indifféremment paſſage à toutes les eſpeces de rayons : parce que ſes pores ſont également acceſſibles & perméables à toutes les eſpeces de rayons.

Un *Verre teint intérieurement en rouge*, par le moyen de certaines ſubſtances intimement unies à ſes molécules vitrifiées, prend des Pores plus convenables & plus facilement perméables aux rayons rouges ; acquiert une Affinité marquée avec toutes les eſpeces

de rayons, à l'exception de l'*Espece rouge;* & en vertu de cette Affinité, il attire & il tend à absorber tous les rayons, excepté les rouges qu'il n'attire pas de même.

Une *Personne attaquée de la Jaunisse*, voit jaunes tous les objets; soit parce que l'humeur qui inonde ses yeux, & qui en altere la constitution, ne donne accès qu'à l'Espece jaune de rayons; soit parce que cette humeur, par son Affinité simple ou complexe, absorbe & engloutit toutes les especes de rayons que dardent ou répercutent les Objets, à l'exception des rayons jaunes, avec lesquels elle manque d'affinité; & qui pénétrant seuls ou en beaucoup plus grand nombre jusqu'à la rétine, y font l'impression sensible & dominante. Cette Maladie fait dans le Sujet qui en est atteint, la fonction d'un Verre teint en jaune, & persévéramment placé sur ses yeux.

878. OBJECTION IV. L'explication & la réponse que l'on vient de donner aux deux Objections précédentes, semblent renfermer des principes contradictoires. Car, soit un Verre coloré, par exemple, un Verre rouge.

Si on demande pourquoi ce Verre paroît rouge: la raison que l'on en donnera, c'est que ce Verre réfléchit les rayons rouges, & absorbe toutes les autres especes de rayons. (*Fig.* 15).

Si on demande ensuite pourquoi ce même Verre étant placé sur l'œil, on voit rouges tous les objets: on répond que ce Verre donne passage aux seuls rayons rouges, & absorbe toutes les autres especes de rayons.

Répercuter les seuls *Rayons rouges*, donner passage aux seuls Rayons rouges, n'est-ce pas une contradiction palpable?

RÉPONSE. Répercuter tous les Rayons rouges,

donner passage à quelques Rayons rouges, ce seroit dans un même objet, une contradiction manifeste. Mais répercuter une portion de Rayons rouges, & donner passage à une *autre portion de Rayons rouges*, c'est dans un même objet une chose évidemment très-possible.

Un Verre teint intérieurement & extérieurement en rouge, absorbe ou dissipe, sans que nous sachions bien pourquoi & comment, toutes les especes de rayons, à l'exception des *Rayons rouges*.

Quant à ces derniers, il en réfléchit une portion, par ses parties solides; il en admet une autre portion dans ses pores, où ils passent en liberté.

La portion réfléchie par ce Verre, portée dans un œil qui regarde ce Verre, le fait voir sous une couleur rouge.

La portion qui passe à travers ce verre, portée dans un œil placé derriere ce verre, trace dans cet œil, l'Objet qui l'a réfléchie, & le Verre qui lui a donné passage, sous une couleur rouge.

879. REMARQUE. Un *Verre rouge*, que l'on regarde à travers un *Verre vert*, paroît de couleur verte: parce que, comme nous l'avons observé dans la réponse à la seconde Objection précédente, les Objets paroissent à la simple vue, sous la couleur de l'espece prédominante de rayons qu'ils réfléchissent; & que cette espece prédominante de rayons réfléchis par un objet quelconque, est toujours mélangée d'une foule de rayons de toute autre espece.

Le Verre dont il est ici question, *paroît rouge* à la simple vue: parce que la plus grande quantité des rayons qu'il réfléchit, est de l'espece rouge.

Le même Verre, vu à travers un Verre vert, *paroît de couleur verte*: parce que les rayons rouges, qu'il réfléchit plus abondamment, sont absorbés par le

le Verre vert, lequel ne laiſſe entrer dans l'œil que les rayons verts qui ſe trouvent mêlés & confondus en petite quantité parmi les rayons rouges & parmi les autres eſpeces de rayons que réfléchit le Verre rouge.

880. OBJECTION V. Selon Malebranche, la *diverſité des Couleurs*, a pour cauſe les vibrations plus ou moins promptes, plus ou moins rapides, des *Vorticules élaſtiques* qui compoſent le corps de la Lumiere.

Ces Vorticules ſont ſuſceptibles de différens degrés de vibration, en ligne droite, & autour de leur centre. Tel degré de vibration en ligne droite & en ligne circulaire dans ces vorticules, occaſionne la *ſenſation du Rouge:* tel autre degré de vibration dans les mêmes vorticules, tous ſemblables & homogenes, donne la *ſenſation du Vert;* & ainſi des autres couleurs. Quel eſt donc le vice de ce très-ſimple & très-ingénieux ſyſtême?

RÉPONSE. I°. La théorie des Couleurs, eſt eſſentiellement connexe avec la théorie de la Lumiere: donc ſi la théorie de Malebranche ſur la nature & ſur la propagation de la Lumiere, eſt fauſſe & ruineuſe; ſa *théorie des Couleurs*, tombe avec elle.

Or, telle eſt cette théorie de Malebranche. Car quelle fable, ou plutôt quelle chimere, que ces *petits Vorticules, farcis d'une infinité d'autres plus petits Vorticules*; qui empliſſent la Nature viſible, ou qui n'y laiſſent que des Vides infiniment petits.

Quelles chimeres & quelles abſurdités palpables, dans l'application de cette *théorie des Vorticules*, aux divers phénomenes de la Lumiere; & en particulier, au phenomene de ſa propagation en ligne droite dans un même Milieu? Comment concevoir que la *propagation de la Lumiere en ligne droite*, ſoit une ſuite & une dépendance de je ne ſais quelles Vibrations im-

primées on ne sait comment à des Vorticules imaginaires ; qui, en les supposant réels, devroient nécessairement, selon toute théorie du Mouvement, se mouvoir ou tendre à se mouvoir en tout sens : comme le Son, comme les Fluides élastiques ou non élastiques ?

IIº. Selon Malebranche, les *Vorticules lumineux*, ébranlés par le Soleil, ont une couleur uniforme : parce qu'ils ont tous une même espece de vibration. Ces mêmes Vorticules, tous homogenes, en passant par un Prisme, prennent différentes couleurs : parce qu'ils prennent différentes especes de vibrations, qui font que les uns donnent la sensation du Rouge, les autres la sensation du Jaune, & ainsi du reste.

Mais pourquoi un amas de *Rayons rouges*, bien séparés & bien épurés, recueillis & réunis par une Loupe après la Réfraction, en passant de nouveau à travers un Prisme semblable, ne s'épanouit-il pas, comme auparavant, en différentes Couleurs : si les Rayons rouges ont réellement la même nature, la même masse, la même figure, que les autres rayons ? Pourquoi le nouveau Prisme semblable n'imprime-t-il pas, comme avant la premiere Réfraction, aux Vorticules lumineux qui l'enfilent, qui s'y divisent & s'y affoiblissent, une *différence de Vibrations*, plus ou moins promptes, plus ou moins rapides, plus ou moins participantes de la direction en ligne droite ou en ligne circulaire : Vibrations dans lesquelles consiste, selon cet Auteur, la diversité des Couleurs ?

881. OBJECTION VI. La théorie que nous adoptons sur la Lumiere & sur les Couleurs, paroît ne point s'accorder avec ce qui est dit dans le quatrieme Chapitre de la Genese ; savoir, qu'*au premier jour*, Dieu créa la Lumiere ; & qu'*au quatrieme jour*, il créa le Soleil & les Etoiles.

L'Ecriture-sainte met donc, comme Descartes, une vraie distinction entre la Lumiere & les Corps lumineux. Il est donc faux que la Lumiere soit une émanation du Corps lumineux : il est donc faux que les Rayons jaillissent colorés, du sein des Corps lumineux.

RÉPONSE. I°. L'Ecriture-sainte est un Oracle infaillible : mais cet Oracle infaillible, quelquefois mal interprété & mal appliqué par l'Ignorance, n'a point pour objet la Physique, laquelle est toute entiere du ressort de la Raison & de l'Expérience.

II°. Il n'est pas bien difficile de concilier ce que dit la Genese, avec la théorie que nous adoptons sur la Lumiere.

Comme le Créateur, selon la Genese, donna à la Terre l'existence, le premier jour; & la fécondité, le troisieme jour : de même, on peut dire que le *premier jour*, il créa la matiere de la Lumiere, laquelle demeura sans action, éparse & confondue dans le Cahos des choses, jusqu'au quatrieme jour ; & qu'*au quatrieme jour*, il la sépara du Cahos, il en forma le Soleil & les Etoiles, il lui donna la configuration & le mouvement nécessaires pour briller.

La Terre, selon l'Ecriture elle-même, ne fut qu'un informe Cahos, le premier jour : au troisieme jour, l'Être créateur lui donna une forme, un mouvement, une action, qui la rendirent féconde & vivante.

De même, la Lumiere fut créée & commença à exister, le *premier jour :* mais elle ne fut convertie en Corps lumineux, elle ne fut animée d'un mouvement convenable, elle ne commença à briller dans les Cieux & à éclairer régulierement l'Univers, qu'*au quatrieme jour.*

III°. Cette idée ou cette théorie de la Lumiere,

loin d'être opposée, est très-conforme à l'Ecriture-sainte ; qui, dans le Livre de l'Ecclésiastique, nous représente le Soleil, ce chef-d'œuvre du Très-Haut, comme une grande Fournaise destinée à darder persévéramment de son sein, des torrens de Rayons de feu. *Fornacem custodiens in operibus ardoris, tripliciter Sol exurens Montes, Radios igneos exsufflans, & refulgens radiis suis, obcæcat Oculos.* Eccles. Cap. 43.

882. REMARQUE. Vouloir, avec quelques modernes Physiciens, faire entrer à la fois, dans la théorie de la Lumiere & des Couleurs, le systême de Descartes & le systême de Newton : c'est, ce me semble, vouloir allier des choses évidemment incompatibles ; vouloir concilier la fable avec la vérité.

L'esprit de conciliation est admirable dans la Politique, dans la Société : mais il est communément très-absurde dans la Physique, ainsi que nous aurons occasion de l'observer plus d'une fois dans le Cours de cet Ouvrage.

LES COULEURS, DANS LES OBJETS COLORÉS.

883. OBSERVATION. Quelle richesse, quelle variété de Couleurs, étale à nos regards la Nature visible, dans les trois Regnes du petit Globe que nous habitons ! Cette variété de Couleurs, a pour source & pour cause la différente espece & le différent assortiment des Rayons que réfléchissent ou que réfractent les Objets visibles : comme nous venons de le démontrer & de l'expliquer.

Il s'agit maintenant de rendre raison, pourquoi les Objets visibles réfléchissent ou réfractent différemment les molécules hétérogenes qui composent la Lumiere ; & qui leur donnent ces Couleurs différentes.

Il paroît d'abord très-vraisemblable, que la *Loi*

d'affinité, joue un très-grand rôle dans ces sortes de Phénomenes ; & que de la différente Affinité qui existe entre telles especes de Corps & telles especes de Molécules lumineuses, résulte en grande partie, la couleur sous laquelle on apperçoit les Objets visibles : puisque ces objets sont toujours vus sous la couleur des Rayons qu'ils réfléchissent ; & jamais sous la couleur des Rayons qu'ils attirent & qu'ils absorbent en vertu de leur Affinité simple ou complexe avec telle & telle espece de Rayons. (877).

Mais en faisant ici abstraction de l'Affinité qui peut exister entre les différens Corps & les différentes especes de Rayons : cherchons dans la contexture même des Corps, l'explication plus ou moins complette des Phénomenes constans ou variables que nous présentent leurs Couleurs.

EXPLICATION. I°. Nous avons observé ailleurs que tous les Corps ont une infinité de pores ; & que ces pores, ainsi que les espaces solides qui les séparent, sont de différente figure & de différente grandeur dans les diverses especes de Corps. (198).

Il est facile de concevoir, d'après cette Observation générale, comment des *Pores inégaux & dissemblables*, dans les différentes Especes de corps, peuvent, dans certains corps, arrêter & réfléchir une certaine espece de Rayons, par exemple, les Rayons rouges ; qui, plus massifs & plus volumineux, ne peuvent s'insinuer dans des pores trop-petits ; & absorber les autres especes de Rayons, que leur masse plus petite & moins volumineuse met à portée d'enfiler en liberté des pores adaptés à leur figure & à leur grandeur.

Un tel Corps, par exemple, l'*Ecarlatte*, réfléchira avec quelques rayons de chaque espece, répercutés par ses parties solides, une quantité incomparable-

ment plus grande de rayons rouges, répercutés & par les parties solides & par ses parties poreuses. Un tel corps sera de couleur rouge : parce que les rayons rouges qu'il réfléchit, feront sur l'œil l'*Impression dominante*, à laquelle est attachée la perception de la couleur qui l'occasionne ; & que l'Ame attribue & rapporte au corps qui réfléchit telle espece de rayons.

II°. Nous avons observé ailleurs, & personne n'ignore, que les pores des corps ne sont point des Vides parfaits : que ces pores contiennent des Fluides de différente espece, par exemple, de l'air, du feu des vapeurs, des Gas, une matiere subtile quelconque ; & que ces différens Fluides doivent opposer une résistance aux rayons qui tendent à passer à travers ces pores.

Il est facile de concevoir encore, d'après cette observation générale, comment des *Rayons plus massifs*, qui ont plus de force motrice, peuvent s'ouvrir un passage à travers ces Pores & ces Fluides : tandis que des Rayons moins massifs, avec moins de force motrice, seront arrêtés au passage & réfléchis par la résistance des mêmes Fluides.

Un tel Corps, par exemple, la *Violette*, avec des pores assez grands pour donner passage à toutes les especes de Rayons, réfléchira principalement l'espece la plus foible, l'espece violette ; qui n'aura pas assez de force motrice pour vaincre, comme les autres, la résistance des Fluides logés dans ces pores. Ce corps se peindra dans l'œil sous la couleur violette : parce que les rayons violets y feront l'impression dominante.

III°. Un Corps qui, par la nature de ses Pores & de ses Fluides, réfléchira à la fois deux ou trois especes de Rayons, en absorbant les autres especes, se peindra dans l'œil sous une *Couleur mixte & com-*

posée ; laquelle participera des deux ou trois especes de rayons réfléchis, qui font conjointement l'impression efficace & dominante.

IV°. Un Corps qui, par la nature de ses Pores & de ses Fluides, réfléchira abondamment & uniformément toutes les sept especes de rayons, n'en absorbant qu'une égale & fort petite quantité de chaque espece, n'aura point de couleur spéciale : ce sera un *Corps blanc*.

Par la raison contraire, un corps qui absorbera abondamment & uniformément toutes les sept especes de rayons, n'en réfléchissant qu'une égale & fort petite quantité de chaque espece, sera un *Corps noir*.

V°. Une *Feuille d'or très-mince*, appliquée au trou d'un volet de fenêtre bien fermée, paroît jaune, étant vue par dehors : parce qu'elle ne réfléchit dans l'œil, que l'espece jaune de rayons. Elle paroît verte, étant vue du dedans : parce qu'elle ne donne passage dans ses pores, qu'à l'*espece verte de Rayons* ; & qu'elle absorbe ou dissipe les cinq autres especes de rayons, qui s'engloutissent dans ses pores.

MÉTAMORPHOSES DES COULEURS.

884. OBSERVATION I. Les Corps perdent leurs couleurs, ou en prenent de nouvelles, en trois différentes manieres : *par le changement de leurs Pores*, qui deviennent plus ou moins ouverts, plus ou moins anguleux ; *par la dissipation des Substances solides ou fluides*, qui emplissoient ces Pores ; *par l'introduction de nouvelles substances solides ou fluides*, dans ces mêmes Pores. Delà, l'art des Teintures de toute espece.

Il est clair que le changement de grandeur & de figure dans les pores d'un Corps, peut occasionner un changement de couleur dans ce corps : puisque par-là il devient propre à réfléchir ou à absorber des espe-

ces de rayons, différentes de celles qu'il réfléchissoit ou qu'il absorboit auparavant.

I°. Certaines substances, que la Teinture infiltre & introduit dans les pores d'un corps, le rendent propre à réfléchir spécialement telle espece de rayons : delà, *telle espece de Couleur* dans ce corps.

II°. Ces substances qui déterminent la couleur d'un objet, par exemple, d'une Etoffe, viennent-elles à se dissiper en tout ou en partie ? La couleur qu'elles occasionnent, doit ou s'éteindre ou s'affoiblir.

III°. Ces mêmes substances, fruit de l'art ou de la nature, viennent-elles à être mêlées dans certains points, avec d'autres substances étrangeres ? Cette Etoffe contracte en ces points, des *Couleurs différentes*, qui y feront tout autant de taches plus ou moins difformes.

IV°. Les Crabes, les Ecrevisses, & plusieurs autres especes de Poissons crustacées, de *Couleur naturellement verd'âtre*, deviennent rouges en se cuisant dans l'eau. A quoi attribuer ce phénomene singulier, sinon à un changement de nature ou de contexture dans les parties qui composent leur surface ?

L'action du feu & de l'eau, dissipe certaines substances propres à absorber les rayons rouges dans leur contexture extérieure ; & fait entrer en leur place, d'autres substances propres à réfléchir ces mêmes rayons rouges, au sortir de l'eau bouillante.

885. REMARQUE. La gorge des Pigeons, certains Taffetas, se montrent sous des *Couleurs changeantes*, sans aucun changement intrinseque dans ces corps : ce qui peut arriver, ou par voie de réflexion, ou par voie de réfraction.

I°. Ce phénomene peut arriver *par voie de Réflexion*. La gorge des Pigeons, est composée d'une infinité de petites lames & de petits filamens hété-

rogenes ; qui, par leur différente position relativement au rayon lumineux qui les affecte, peuvent présenter à ce rayon hétérogene, des surfaces plus ou moins poreuses, plus ou moins solides, plus ou moins accessibles ; peuvent absorber & réfléchir alternativement, différentes especes de rayons. Delà, une différence de couleurs dans ces objets, en les supposant vus successivement sous des points différens. On peut dire la même chose des Taffetas changeants.

II°. Ce phénomene peut arriver *par voie de Réfraction.* Ces lames & ces filamens hétérogenes sont en partie pénétrables & en partie impénétrables à la Lumiere. L'Œil peut donc, selon sa différente position relativement à ces objets, les appercevoir, tantôt par l'*espece de Rayons*, que répercutent leurs parties solides ; tantôt par l'*espece différente de Rayons*, qui s'échappent à travers leurs pores en s'y décomposant. Delà, une différente impression dans l'Œil ; une différente couleur dans l'Objet qui occasionne cette impression.

La Feuille d'or dont nous venons de parler, paroît jaune d'un côté, par la Lumiere réfléchie ; & verte de l'autre côté, par la Lumiere réfractée. (883).

Pourquoi les très-minces surfaces des plumes qui composent la gorge des Pigeons, les très-menus filamens dont sont hérissés les Taffetas changeans, ne pourroient-ils pas opérer une semblable Réflexion & une semblable Réfraction dans la Lumiere ?

886. OBSERVATION. II. Le *Mélange de certains Liquides*, présente des métamorphoses de Couleurs, dignes d'attention. Par exemple,

I°. Mettez dans un Verre, une dissolution de vitriol calciné au feu ; & dans un autre, une dissolution de noix de galle. Ces deux liqueurs sont transparentes, comme l'eau commune.

Mêlez ensemble ces deux liqueurs : il en résulte une liqueur noire.

Versez sur cette *Liqueur noire*, quelques gouttes de vitriol ou d'eau-forte. Le Noir disparoît ; & la liqueur reprend sa limpidité & sa transparence.

II°. Mettez dans un autre Verre, une infusion de Tournesol : elle aura une légere teinte de bleu.

Dans cette infusion, jettez un peu d'eau-forte : elle change subitement sa couleur bleue, en un rouge couleur de feu.

III°. Le Syrop de violette devient vert, par l'addition de l'huile de tartre : il devient rouge, quand on y mêle de l'eau-forte.

On peut, par de semblables Procédés, dont on trouve un grand détail dans Muschembroek, dans les expériences de l'Académie d'el Cimento, dans les Transactions philosophiques, & dans plusieurs autres Ouvrages de Physique & de Chymie, métamorphoser à l'infini les Couleurs des Corps solides & liquides.

887. REMARQUE I. Ces changemens ou ces métamorphoses de Couleurs, dont nous ne ferons qu'indiquer les genres, se réduisent à quatre effets principaux.

I°. On voit naître une *Couleur bien décidée*, par le mélange de deux liqueurs ; qui, séparément prises, n'en ont point.

II°. Une Couleur se change en une *autre Couleur très-différente*, par l'addition d'une liqueur qui n'a point de couleur propre.

III°. Une *Liqueur limpide & sans couleur*, devient opaque & colorée : en se mêlant avec une autre couleur limpide & sans couleur, comme elle.

IV°. Un *Mélange opaque & coloré*, perd sa couleur & son opacité, par l'addition d'une très-petite quantité d'une liqueur limpide ; qui ne paroîtroit propre

qu'à partager ſimplement les qualités qu'elle détruit.

887. II°. REMARQUE II. L'explication de ces *changemens de Couleurs*, découle aſſez naturellement des Principes que nous avons établis, & dont nous avons déjà fait l'application aux Couleurs des corps ſolides. (883 & 884).

Les changemens de figure ou de grandeur, dans les *Pores des Liqueurs*; les *changemens même de nature*, qu'eſſuient quelquefois ces Liqueurs, par le moyen de certaines ſubſtances nouvelles que l'on y introduit, ou de certaines ſubſtances primitives qui s'en détachent & s'en ſéparent, & qui leur donnent ou leur ôtent la propriété de réfléchir ou d'abſorber principalement *certaines eſpeces de Rayons*: telle eſt la cauſe des changemens de couleurs, dans le mélange de certaines Liqueurs.

Nous laiſſons à la ſagacité des Lectenrs, le ſoin de faire l'application de ces différentes cauſes, aux différens phénomenes particuliers. Il leur ſuffira de faire attention que certaines Liqueurs, en ſe mêlant, quelquefois ſe *compoſent*, quelquefois ſe *décompoſent*: conformément aux Loix & aux Phénomenes de la Chymie.

I°. Deux Liqueurs, dans leur mélange, quelquefois ſe combinent enſemble par leur affinité: chaque molécule de la premiere s'unit & adhere intimement à chaque molécule de la ſeconde.

Delà, dans ce Mélange, de nouvelles parties conſtituantes & intégrantes; qui, par leur figure & par leur nature différente, deviennent propres à réfléchir ou à réfracter la Lumiere, tout autrement que le faiſoient les molécules de chaque Liqueur avant le mélange.

II°. Un mélange de Liqueurs, par l'addition d'une Liqueur nouvelle, quelquefois ſe décompoſe. La Li-

queur ajoutée fait la fonction de *Précipitant* (118), par rapport au mélange primitif, dont il sépare les parties constituantes: précipitant l'un des principes, & se combinant avec l'autre.

Delà encore, dans cette Liqueur, de nouvelles parties intégrantes, plus ou moins poreuses, plus ou moins alignées dans leurs pores, plus ou moins propres à réfléchir, à réfracter, à absorber telle ou telle espece particuliere de Rayons.

III°. En général, tout ce qui change la constitution d'un Mixte ou d'un Mélange quelconque, soit par voie de composition, soit par voie de décomposition, y change la propriété de réfléchir ou de réfracter les différentes especes de Molécules lumineuses. Delà, dans ce Mixte, dans ce Mélange, un changement de couleur.

Par exemple, l'*Acier poli* perd son brillant, devient bleu & ensuite de couleur d'eau, quand on le présente convenablement à la chaleur du feu. La matiere ignée, en s'incorporant avec la substance du Fer, du moins dans sa surface, en change la nature, relativement au Fluide Lumineux: soit en donnant à ce Métal des Pores différens de ceux qu'il avoit auparavant; soit en changeant la nature même du Métal, qui devient dans sa surface, une combinaison de la substance du fer & de la substance quelconque qui constitue le Phlogistique des Charbons.

Par exemple encore, si on écrit sur du Papier ordinaire, avec cette *Encre de Sympathie* que donne la Chaux de Cobalt: les caracteres formés par cette Encre, seront sans aucune couleur, & ne seront point lisibles, quand ils seront secs & loin du feu: mais ils deviendront très-lisibles, & d'un très-beau Verd-bleu, quand on les approchera du feu, & qu'on les échauffera convenablement jusqu'à un certain point. La Matiere ignée opere sur la substance

métallique & saline qui forme ces Caracteres, à peu près comme on vient de la voir opérer sur la substance de l'Acier.

RÉSULTAT DE CETTE THÉORIE.

888. APPLICATION. La Nature nous présente partout, dans ses Productions, le spectacle le plus intéressant & le plus varié en genre de Couleurs : spectacle qui change d'une saison à l'autre, souvent d'un jour à l'autre ; parce que l'action permanante de la Nature, change continuellement la constitution intrinseque des Etres qu'elle forme ; lesquels passent sans cesse d'un état à l'autre, de la naissance à l'accroissement, de l'accroissement à la maturité, de la maturité à la caducité & à la dissolution.

I°. De cette action permanante de la Nature, sur les différentes especes de Corps qu'elle forme & qu'elle détruit successivement, que doit-il résulter ? Le Spectacle même qu'elle nous y présente en genre de Couleurs.

Delà, un changement continuel, dans les Pores de ces Corps ; dans les substances solides ou liquides ou fluides, qui s'y infiltrent, ou qui s'en exhalent.

Delà, dans ces Corps, d'une saison à l'autre, d'un jour à l'autre, une *nouvelle maniere de réfléchir ou de réfracter les différentes especes de Rayons* : d'où doit naître dans eux, un continuel changement de couleurs.

II°. Une *simple Fleur* étale quelquefois à nos yeux, une foule de couleurs, toutes différentes les unes des autres : parce que ses différentes parties, ses différentes bandes, ses différens filamens, ses différens points, ne se ressemblent ni dans la figure de leurs pores, ni dans la qualité de leurs Fluides, ni dans la nature de leurs parties constituantes.

Une petite plage de cette Fleur, est propre à réfléchir les seuls rayons rouges : une autre petite plage

de la même Fleur, eſt propre à abſorber les rayons rouges, & à réfléchir les ſeuls rayons verts ; & ainſi du reſte.

III°. L'Air, qui entre en ſi grande quantité dans la compoſition des divers Mixtes, paroît contribuer pour beaucoup, à la qualité de leurs couleurs.

Ce *beau Vert*, qui flatte ſi délicieuſement notre vue dans nos campagnes & dans nos jardins, ſemble lui devoir principalement ſon exiſtence : puiſque la plupart des Plantes que l'on tient couvertes, en ſont privées ; & qu'on le fait perdre en peu de tems à celles qui l'ont, en les enveloppant ſimplement avec de la paille ou avec de la terre. Car c'eſt ainſi que l'on blanchit le Céleri, la Chicorée, les Cardons, dans nos Jardins potagers.

SECONDE SECTION.

PROPAGATION DE LA LUMIERE.

889. OBSERVATION. DARDÉE avec une inconcevable vîteſſe du ſein du Corps lumineux, la Lumiere, ou ſe met dans un Milieu uniformément pénétrable ; ou rencontre un Corps impénétrable ; ou paſſe d'un Milieu, dans un autre Milieu plus ou moins facilement pénétrable.

Dans le premier cas, la Lumiere ſe meut librement en ligne droite : *le Rayon eſt direct.*

Dans le ſecond cas, la Lumiere, après le choc, continue à ſe mouvoir en vertu de ſon élaſticité, dans une direction nouvelle : *le Rayon eſt réfléchi.*

Dans le troiſieme cas, la Lumiere, en paſſant obliquement d'un Milieu dans un autre, par exemple, de l'Air dans l'Eau ou de l'Eau dans l'Air, continue

à se mouvoir dans le nouveau Milieu : mais elle se coude & elle s'écarte de la ligne droite, au point qui sépare les deux Milieux différens : *le Rayon est réfracté.*

Delà, trois Sciences relatives aux différentes Loix que suit la Lumiere dans sa propagation : savoir, l'*Optique* proprement dite, qui a pour objet le Rayon direct ; la *Catoptrique*, qui a pour objet le Rayon réfléchi ; la *Dioptrique*, qui a pour objet le Rayon réfracté.

On donne aussi quelquefois à ces trois sortes de Sciences, le nom commun d'*Optique* : nom qui, dans cette généralité, signifie *Science des Loix que suit dans son mouvement, la Lumiere directe, réfléchie & réfractée.*

L'Optique, envisagée dans toute cette généralité, est la plus belle & la plus satisfaisante de toutes les Sciences philosophiques : parce qu'elle donne prise à la Géométrie.

RAYONS PARALLELES, RAYONS DIVERGENS, RAYONS CONVERGENS.

890. DÉFINITION. Les Rayons de Lumiere, directs, réfléchis, réfractés, sont ou paralleles, ou divergens, ou convergens.

I°. On nomme *Rayons paralleles*, ceux qui se meuvent sans s'approcher & sans s'éloigner les uns des autres.

Tels sont sensiblement deux Rayons solaires VAB & VDE, qui entrent dans une chambre par deux trous cylindriques, pratiqués dans un même volet de fenêtre. (*Fig.* 30).

II°. On nomme *Rayons divergens*, ceux qui se meuvent en s'écartant de plus en plus les uns des autres. Tels sont les trois Rayons CA, CR, CB, que darde le Point rayonnant C. (*Fig.* 13).

III°. On nomme *Rayons convergens*, ceux qui se

meuvent en s'approchant les uns des autres. Tels ſont les deux Rayons AC & BC, qui partent des deux Etoiles A & B. (*Fig.* 12).

Tels ſont auſſi les trois Rayons ARD, BSD, CTD : leſquels deviennent enſuite divergents, au-delà du point de leur interſection D. (*Fig.* 21).

CORPS LUMINEUX, CORPS OPAQUES, CORPS DIAPHANES.

891. DÉFINITION. Les Corps, conſidérés relativement à l'Optique, ſont ou lumineux, ou opaques, ou diaphanes.

I°. On nomme *Corps lumineux*, ceux qui ont la lumiere par eux-mêmes ; ceux qui, par leur embraſement ou par une fermentation inteſtine, dardent la lumiere de leur ſein.

Telle eſt une Bougie allumée : tel eſt un Tiſon ardent : tels ſont le Soleil & les Etoiles.

Les Vers luiſans, certains Bois pourris qui brillent dans les ténebres, peuvent être auſſi regardés comme des corps lumineux : ainſi que nous l'expliquerons ailleurs.

II°. On nomme *Corps opaques*, ceux qui n'ont point la lumiere par eux-mêmes, & qui ne donnent point paſſage à la Lumiere à travers leur ſubſtance.

Telle eſt la Lune, qui n'a d'autre lumiere, que celle qu'elle reçoit du Soleil, & qu'elle réfléchit vers nous par ſa partie éclairée.

Tels ſont les Métaux, la Terre, le Marbre, le Bois ; qui répereutent la lumiere que darde ſur eux le Soleil ou quelque autre Corps lumineux, ſans le ſecours duquel ils ceſſent d'être viſibles.

III°. On nomme *Corps diaphanes*, ceux qui n'ont point la lumiere par eux-mêmes, & qui donnent paſſage à la lumiere à travers leur ſubſtance.

Tel eſt le Verre : telle eſt l'Eau ; tel eſt l'Air : telles ſont

ſont les Pierres que l'on nomme tranſparentes. De *διαφαίνω : trans luceo.*

Les Corps opaques & les Corps diaphanes ne ſont point lumineux : mais ils ſont *éclairés* ou *illuminés*, quand un Corps lumineux darde ſur eux ſes rayons.

POINTS LUMINEUX, POINTS ILLUMINÉS.

992. OBSERVATION. Un *Point lumineux*, par exemple, la flamme d'une Bougie, doit être conſidéré comme un centre de Sphere, d'où émanent en tout ſens en ligne droite, des Rayons divergens *ab*, *ac*, *ad*, *an*, *af*, *ar*, *av* : qui ſont comme une infinité de lignes droites, menées d'un Centre commun *a*, vers tout Point ſenſible quelconque, où un œil peut être placé. (*Fig.* 19).

De même, *chaque Point viſible d'un Corps illuminé ou éclairé*, doit être conſidéré comme un centre de Sphere, d'où partent en ligne droite une infinité de Rayons divergens *ab*, *ac*, *ad*, *an*, *ar*, *av*, réfléchis par le Point *a* : puiſque les Rayons que réfléchit le point *a*, vont rendre ſenſible & viſible ce point éclairé & illuminé, dans toutes ces directions.



ARTICLE PREMIER.

L'OPTIQUE PROPREMENT DITE : OU PHÉNOMENES DE LA LUMIERE, DANS SON MOUVEMENT DIRECT.

193. DÉFINITION. L'*Optique proprement dite*, est la Science du Rayon direct.

L'objet de cette Science, est la *Lumiere mue dans des Milieux homogenes*, où rien ne change sa direction : soit qu'elle vienne immédiatement du Corps lumineux ; soit qu'elle ait déjà été réfléchie ou réfractée par quelque Corps, avant d'arriver dans le Milieu homogene où l'on considere son mouvement.

L'Optique a ses Loix à part, qu'il est facile de connoître, & important de développer. Nous allons les examiner, & dans le Rayon hors de l'œil, & dans le Rayon au sein de l'œil.

PARAGRAPHE PREMIER.

LE RAYON DIRECT, HORS DE L'ŒIL.

Nous avons à faire voir & sentir, dans ce premier Paragraphe, que le mouvement de la Lumiere, est un *vrai Mouvement de translation* : que ce Mouvement, quoiqu'infiniment rapide, est succesif, & non instantané : que dans un Milieu homogene, *les Rayons* de la Lumiere, se meuvent toujours en ligne droite, en s'y croisant en mille & mille manieres différentes ; & qu'en s'éloignant du Corps qui les produit ou du Corps qui les réfléchit, leur densité diminue, comme augmente le Quarré de leur éloignement.

PREMIERE LOI.

894. *La propagation de la Lumiere, est successive, & non instantanée.* (Fig. 23).

EXPLICATION. Cette Proposition signifie, que la Lumiere emploie un espace de tems, pour se porter du Corps qui la produit ou qui la réfléchit, jusqu'à l'œil qui en reçoit l'impression. Par exemple, la Lumiere que darde de son sein le Soleil, emploie sept ou huit minutes, pour passer du Soleil jusqu'à nous. Celle que dardent les Etoiles, en supposant qu'elle se meut sans aucun obstacle & avec la même vîtesse que celle du Soleil, doit n'arriver dans nos yeux, que plusieurs mois ou plusieurs années après qu'elle est partie du sein de l'Etoile qui en est la source : selon que cette Etoile est plus ou moins éloignée de la Terre.

DÉMONSTRATION. Il est constant & démontré par les Observations astronomiques, que Jupiter a cinq Satellites, qui font leurs révolutions périodiques autour de lui, comme la Lune autour de la Terre, à différentes distances de son centre. (1199).

Le Satellite le plus voisin de Jupiter, son *premier Satellite*, le seul auquel nous faisons attention pour le présent, fait sa révolution périodique en 42 heures & demie environ; & dans chaque révolution, il souffre *une Eclipse*, en passant dans l'ombre de Jupiter : de sorte que, ses éclipses étant périodiques, on sait le moment où doit avoir lieu son Emersion, ou sa sortie de l'Ombre, après chaque Eclipse.

D'après ce petit nombre de Données ou de *Faits certains* : supposons que le Soleil soit en S, au centre sensible de notre Monde planetaire : que RTDV soit l'orbite annuelle de la Terre : que ZIYX soit l'orbite de Jupiter autour du Soleil; & que *mnr* soit l'or-

bite du premier Satellite de Jupiter autour de sa Planette I.

I°. La Terre étant en T ; & Jupiter, dans son Périgée, ou dans son moindre éloignement de la Terre, étant en I : après chaque Révolution périodique *nrmn* d'environ 42 heures & demie, on voit le Satellite *n* sortir de l'Ombre I*n* de Jupiter.

Et si la Terre restoit toujours dans la même proximité de Jupiter : les émersions du Satellite *n*, arriveroient toujours invariablement, après chaque intervalle d'environ 42 heures & demie.

II°. Mais comme la Terre parcourt son orbite TDVR, en un an ; & que Jupiter met environ douze ans, à parcourir son orbite plus grande IYXZ : la Terre, après avoir été au voisinage de Jupiter en T, s'éloigne successivement de Jupiter qui va moins vîte qu'elle.

Jupiter, après avoir été périgée, se trouve enfin apogée ou dans son plus grand éloignement de la Terre ; quand Jupiter étant en I, la Terre se trouve en V.

Or, Messieurs Cassini, Romer, Halley, & plusieurs autres Astronomes, ont observé que les *Emersions de ce Satellite*, au lieu d'arriver uniformément après environ 42 heures & demie, retardoient de plus en plus, depuis le tems du Périgée, jusqu'au tems de l'Apogée de Jupiter : de sorte que les émersions, qui arrivoient après 42 heures & demie, Jupiter étant en I & la Terre en T, n'arrivent qu'après 42 heures & demie & *environ* 14 *Minutes*, quand Jupiter est en I & la Terre en V. En D, les émersions arrivent déjà environ sept minutes plus tard qu'en T ; & en R, les émersions arrivent environ sept minutes plutôt qu'en V.

III°. De ces Observations, il résulte évidemment

que la propagation de la Lumiere, est réellement successive & non instantanée.

Car d'abord, *si la propagation de la Lumiere, étoit instantanée* : il est évident que le Rayon réfléchi par le satellite *n*, à l'instant qu'il sort de l'ombre I*n*, se feroit sentir, sans aucune différence de tems, sans avancer ou retarder sa percussion : soit que la Terre fût en T près de Jupiter ; soit que la même Terre fût en V loin de Jupiter. Il est donc visiblement faux, d'après ces Observations astronomiques, que la propagation de la Lumiere, soit instantanée.

Ensuite, *en supposant que la propagation de la Lumiere, est successive* : il est clair que le Rayon qui frappe toujours le Satellite *n*, à l'instant qu'il sort de l'ombre, a besoin de moins de tems pour se porter de *n* en T, que pour se porter de *n* en V. Donc, en supposant successive la propagation de la Lumiere, on rendra une raison plausible d'un Phénomene astronomique qui ne peut être expliquée d'aucune maniere, dans toute hypothese ou la propagation de la Lumiere, seroit absurdement supposée instantanée : donc la propagation de la Lumiere, est réellement successive, & non instantanée.

IV°. La propagation successive de la Lumiere, est encore établie & démontrée par le grand phénomene de l'*aberation des Fixes* (1331) : phénomene dont on rend aisément raison, dans l'hypothese où la Lumiere met un tems pour venir des Etoiles jusqu'à nous ; & dont on ne peut rendre aucune raison, en supposant instantanée la propagation de la Lumiere.

Il est donc démontré par les Phénomenes, que la propagation de la Lumiere, ainsi que la propagation du Son, de la Chaleur, des Odeurs, de tous les Fluides, est réellement successive : comme le reconnoissent maintenant tous les Astronomes & tous les Physiciens. C. Q. F. D.

VITESSE DE LA LUMIERE.

895. OBSERVATION. Comme le *Rayon lumineux ITV*, réfléchi par le Satellite de Jupiter, au sortir de l'Ombre, arrive en V, environ quatorze ou quinze minutes plus tard qu'en T; & que l'espace TV, pris dans la plus grande largeur de l'Ecliptique RTDV, est égal à deux fois la distance de la Terre au Soleil: il s'ensuit que *la Lumiere met environ sept minutes & demie, pour se porter du Soleil à la Terre.*

I°. Nous supposons ici que la Lumiere directe ou réfléchie, se meut avec une vîtesse toujours sensiblement uniforme; & aucune raison ne combat cette supposition.

La Lumiere réfléchie, en vertu de sa parfaite élasticité, doit avoir après le choc, la même somme précise de mouvement qu'elle avoit avant le choc: elle doit donc avoir la même vîtesse.

II°. Nous supposons ici encore que la ligne TV représente sensiblement le diametre de l'Ecliptique; ou la plus grande ligne droite que l'on puisse mener du centre du Soleil S, à deux points opposés de l'Ecliptique RTDV.

III°. Les Observations astronomiques ne sont pas parfaitement d'accord sur la quantité précise de retardement, qui a lieu dans les *émersions du Satellite*, depuis le tems où Jupiter est périgée, jusqu'au tems où il se trouve apogée. Mais ces observations s'accordent toutes à y reconnoître un vrai retardement, un retardement assez considérable; qui croît de plus en plus depuis le périgée jusqu'à l'apogée, & qui diminue ensuite de même depuis l'apogée jusqu'au périgée de Jupiter.

Le plus grand nombre des Astronomes a fixé ce retardement, dans sa plus grande longueur, à quatorze ou quinze minutes: ce qui fait environ sept ou

huit minutes, pour la *moitié de l'Espace TV*; laquelle moitié est à peu près égale à la distance interceptée entre la Terre & le Soleil.

IV°. Etant démontré que la Lumiere emploie environ sept minutes & demie, ou 450 secondes, pour parcourir l'*Espace intercepté entre le Soleil & la Terre*; & cet espace étant d'environ trente-quatre millions de nos lieues communes : on trouvera, en divisant 34000000 par 450, que la Lumiere parcourt environ soixante-quinze mille de nos lieues communes, en une Seconde de tems. (1221).

896. REMARQUE. En supposant, comme on peut le faire avec toute la vraisemblance possible, que la *lumiere des Etoiles*, se meut avec la même vîtesse que celle du Soleil : il est clair que l'immense éloignement des Etoiles, exige un tems très-long, pour que les Rayons échappés de leur sein arrive jusqu'à nous.

Quelques Astronomes ont trouvé par le calcul, que le Rayon qui trace actuellement dans mon œil, l'Etoile la moins éloignée de la Terre, doit être sorti du sein de cette Etoile, depuis plus de quinze ou seize mois. (1334).

Si cette Etoile étoit errante comme les Planetes : je la verrois quelquefois au levant, quand elle est réellement au midi, ou au couchant, ou vers le nadir. Mais comme elle est toujours sensiblement fixe & immobile dans un même point du Ciel : il est indifférent que le Rayon qui me la rend actuellement visible, ait été dardé de son sein, depuis quelques minutes ou depuis plusieurs années. Ce Rayon, plus ou moins récemment échappé de son sein, fait la même impression sur mon œil; & me détermine à rapporter l'Etoile d'où il est émané, au même point du Firmament où elle est immobilement placée.

SECONDE LOI.

897. *Dans un même Milieu, la Lumiere, dardée par un Corps lumineux, ou réfléchie par un Corps éclairé, en rayons divergens, se meut en ligne droite.* (Fig. 19).

DÉMONSTRATION. Nous avons déjà observé que les Rayons dardés par un point lumineux, ou réfléchis par un point éclairé, imitent les rayons divergens d'une Sphere qui auroit pour centre le Point rayonnant ou le Point illuminé (892). Il nous reste à faire voir que ces Rayons divergens ne s'écartent point de la ligne droite.

I°. Au milieu d'une Chambre bien fermée, placez à une hauteur quelconque sur une table, une *Bougie allumée*; dont vous intercepterez à volonté la lumiere, par le moyen d'un Carton MN, que vous placerez entre votre œil & la bougie, & qui aura une petite ouverture *n*.

Dans quelque point de la Chambre que vous placiez votre Œil : il recevra la lumiere dardée par cette bougie, tant que *cette Ouverture* se trouvera dans la ligne droite menée de votre œil à la flamme de la bougie ; & votre œil cessera de recevoir la lumiere que darde cette bougie, à l'instant où l'ouverture du Carton placé entre votre œil & la bougie, cessera de se trouver dans la ligne droite menée de votre œil à la flamme de la bougie. Votre œil recevra toujours l'impression de la lumiere, par la ligne droite *ang*, *afh*, & jamais par une ligne courbe ou coudée.

Donc, dans un Milieu homogene, tel que l'Air; la *Lumiere dardée par un Corps lumineux*, ne se meut qu'en ligne droite.

II°. Au milieu d'une Chambre bien éclairée, placez la même *Bougie éteinte*, que vous ne pouvez voir que par des rayons qu'elle réfléchit.

Vous verrez ſon ſommet *a*, par exemple, de tous les points d'alentour : tant qu'il n'y aura point de corps opaque dans la ligne droite menée de votre œil au Point éclairé *a*. Mais vous ceſſerez de voir ce point éclairé *a* : à l'inſtant où un corps opaque ſe trouvera dans la ligne droite menée de ce point éclairé à votre œil.

Donc la *Lumiere réfléchie par un Corps opaque*, ainſi que la Lumiere dardée par un Corps lumineux, ne ſe meut dans un même Milieu, tel que l'Air, par exemple, qu'en ligne droite.

C'eſt ſur cette propriété caractériſtique de la Lumiere, que ſont fondées les opérations du Géometre & du Chaſſeur. Le Géometre, en dirigeant ſes alidades, le Chaſſeur en dirigeant ſon fuſil, ſuppoſent que le *Rayon viſuel*, qui leur ſert de regle, vient en ligne droite, de l'Objet auquel ils viſent, à leur œil qui en reçoit l'impreſſion ; & la *juſteſſe reconnue de leurs Opérations*, démontre la vérité du Principe ſur lequel elles ſont fondées.

III°. Le mouvement de la Lumiere en ligne droite dans un même Milieu, eſt très-conforme à la théorie générale du Mouvement, ſelon laquelle un Corps en mouvement doit conſerver & ſa Vîteſſe & ſa Direction primitives : tant qu'aucune Cauſe nouvelle n'y fait naître aucun changement. (307.).

Or, dans un même Milieu, dans un Milieu homogene, la Lumiere ne trouve aucune Cauſe nouvelle, qui puiſſe changer ou ſa Vîteſſe ou ſa Direction. Elle doit donc continuer à ſe mouvoir, comme elle a commencé à ſe mouvoir ; & par là même, en ligne droite (308) : puiſqu'elle commence toujours néceſſairement à ſe mouvoir ainſi en ligne droite. C. Q. F. D.

Troisieme Loi.

898. *La Lumiere, en s'éloignant du Point lumineux*

qui la produit, ou du Point éclairé qui la réfléchit, décroît en densité ; & cette diminution de densité, est proportionnelle au quarré de sa distance du point rayonnant ou du point éclairé. (Fig. 13).

DÉMONSTRATION. I°. Il est évident d'abord que la Lumiere, en s'éloignant du Point rayonnant ou du Point éclairé, se divise & se déploie en rayons divergens CA, CR, CB, qui partent d'un même centre C ; & qu'elle ne peut ainsi se déployer & se diviser, sans diminuer en densité, à mesure qu'elle s'éloigne du point C ; à mesure qu'elle se répand d'un moindre espace, dans un espace sans cesse plus grand.

II°. Il est évident ensuite que cette *diminution de Densité*, dans la Lumiere, à mesure qu'elle s'éloigne du point rayonnant ou du point éclairé, est proportionnelle au *Quarré de sa distance* du Point d'où elle est partie par émanation ou par réflexion.

Car, comme la Lumiere se répand en rayons divergens : il est évident que chaque portion sensible de lumiere, en s'éloignant du point rayonnant ou du point éclairé, devient un vrai *Cône lumineux*, dont le sommet est le point rayonnant ou le point éclairé ; & dont la base devient d'autant plus grande, qu'elle est plus loin du sommet. (*Fig.* 17).

III°. Pour rendre sensible cette théorie : soit A, le Point rayonnant ou le Point éclairé ; FAG, le Cône formé par une portion de Rayons divergens ; BC, un Carton dont on présentera le Plan au Cône lumineux, à différentes distances du point A. On verra se former sur ce Carton, des *Cercles lumineux BC, DE, FG*, qui seront d'autant plus grands, que le carton sera plus éloigné du point A.

Il est clair que toute la Lumiere qui se trouve à chaque instant dans le Cercle FG, étoit auparavant dans l'espace circulaire DE, dans l'espace circu-

ulaire BC, dans le Point rayonnant ou éclairé A.

Il eſt clair que la Lumiere qui éclaire ſucceſſivement ces différens eſpaces A, BC, DE, FG, eſt d'autant moins denſe & plus raréfiée ; qu'elle occupe un plus grand eſpace, qu'elle eſt diviſée & épanouie dans un plus grand cercle.

Il s'agit donc de comparer entr'eux ces *divers Eſpaces*, pour évaluer la raréfaction de la lumiere qui les éclaire. (*Fig.* 17).

IV°. Pour faire cette évaluation, ſoit la diſtance du premier cercle BC au Point rayonnant, = 1 ; la diſtance du ſecond cercle DE, = 2 ; la diſtance du troiſieme cercle FG, = 3. Je dis que la *denſité de la Lumiere*, ſera comme 1, dans le premier cercle ; comme $\frac{1}{4}$, dans le ſecond, comme $\frac{1}{9}$, dans le troiſieme : ce qui eſt préciſément la *Raiſon inverſe du quarré des diſtances*.

Pour le démontrer, comparons d'abord entr'eux, *les deux Cercles BC & DE*. Le triangle BAC étant ſemblable au triangle DAE : leurs côtés homologues BC & DE, qui ſont les *Diametres* des deux cercles lumineux du Carton, ſont entre eux, comme les baſes AC & AE, ou comme les diſtances AM & AN de ces deux cercles au point A : donc le côté ou diametre BC, eſt au côté ou diametre DE, comme 1 eſt à 2. (*Math.* 403).

Or, les ſurfaces de deux Cercles ſont entre elles, comme les quarrés de leurs diametres (*Math.* 501). Donc la ſurface du cercle BC, eſt comme le quarré de 1 = 1 ; & la ſurface du cercle DE, eſt comme le quarré de 2 = 4. Donc la Lumiere eſt quatre fois plus diviſée & moins denſe dans le cercle DE à la diſtance 2, que dans le cercle BC à la diſtance 1.

Par la même raiſon, la Lumiere eſt neuf fois plus diviſée & moins denſe dans le cercle FG, que dans

le cercle BC : parce que le diametre FG étant trois fois plus grand que le diametre BC ; la surface FG, neuf fois plus grande, n'a que la même Lumiere qui éclaire le cercle BC neuf fois plus petit.

V°. Il est donc visiblement & rigoureusement démontré qu'en s'éloignant du Point qui la darde ou qui la réfléchit, la Lumiere prend une raréfaction proportionnelle au quarré de sa distance du point rayonnant ou du point illuminé. C. Q. F. D.

899. COROLLAIRE I. Il s'ensuit delà, qu'*à une certaine distance, les Objets rayonnans ou illuminés peuvent & doivent cesser d'être visibles.*

La raison en est, que la Lumiere, à force de se raréfier & de s'affoiblir en s'éloignant du Point qui la darde ou qui la réfléchit, doit à la fin cesser d'avoir assez de densité & de force, pour produire une impression nette & sensible sur l'Organe de la vue.

900. COROLLAIRE II. Il s'ensuit encore delà, que *la Lumiere doit avoir une très-grande densité en sortant du Soleil :* puisque, à trente-quatre Millions de lieues du Soleil qui la darde, après s'être immensement divisée & raréfiée, elle conserve encore assez de densité, pour faire sur nos yeux une impression si forte.

QUATRIEME LOI.

901. *Les Rayons de lumiere se croisent en mille & mille manieres, sans se déranger dans leur cours & sans se troubler dans leur fonction.* (Fig. 21).

DÉMONSTRATION. Soit ABC, un Volet de fenêtre fermée, où l'on aura pratiqué trois ouvertures cylindriques, par lesquelles on fera passer *trois Rayons solaires* par le moyen de trois Miroirs plans placés en dehors.

Qu'à l'ouverture A soit adapté un *Verre rouge*, plan

ou en forme de lentille, lequel ne donnera passage qu'aux seuls Rayons rouges : qu'à l'ouverture C soit adapté un *Verre vert*, qui ne laissera passer que les rayons verts : que l'ouverture B n'ait aucun verre, ou n'ait qu'un *Verre sans couleur ;* afin que toutes les sept Especes de rayons y passent en liberté, mêlées & confondues ensemble, telles qu'elles émanent du Soleil.

Que ces *trois Rayons* soient tellement dirigés, qu'ils se croisent & s'entrecoupent au point D, avant d'être reçus sur le Plan d'un carton blanc EFG.

I°. Le Rayon rouge ARD, va tracer un cercle rouge en G : le Rayon vert CTD, va tracer un cercle vert en E : le Rayon naturel BSD, va tracer un cercle blanc en F.

II°. Ces trois Rayons, quoique croisés & entrecoupés les uns par les autres en D, ne s'écartent point de la ligne droite, & se portent chacun à part à leur terme, où ils exercent chacun séparément leur fonction nette & distincte : de même que si chaque rayon y arrivoit isolé, sans avoir été rencontré & croisé dans sa route par un autre rayon semblable ou différent. (863).

Donc la Lumiere peut se croiser dans sa route, sans se déranger dans son cours & sans se troubler dans sa fonction. C. Q. F. D.

902. REMARQUE. Supposons que le Carton EFG, soit le fond d'un Œil vivant, une Rétine sensible & animée. (*Fig.* 21 & 31).

I°. Ces trois Rayons feront sur cette Rétine, *trois Impressions distinctes*, sur trois Points bien distingués E, F, G. Cet Œil recevra à la fois *trois Images isolées*, & toutes trois différentes.

II°. Si au point D étoit placée une Lentille convenable : ces trois Cônes lumineux *o* G, *m* E, *n* F,

iroient ſe terminer en cônes renverſés aux points E, F, G; où ils traceroient chacun une Image incomparablement plus vive : l'image formée par les ſommets de ces trois cônes, ſeroit rouge en G, blanche en F, verte en E.

III°. Si ces trois Rayons ou ces trois Images répréſentoient trois corps différens; le rayon ſupérieur AR, un Taurenu; le rayon inférieur CT, un Aigle; le rayon du milieu BS, une Fleche de clocher : le taureau iroit ſe peindre dans la partie inférieure en G; l'aigle, dans la partie ſupérieure en E; la fleche, dans la partie du milieu en F.

L'OMBRE : CONES OMBREUX.

903. DESCRIPTION. L'*Ombre* n'eſt autre choſe qu'une privation ou une grande diminution de la Lumiere, occaſionnée par l'interpoſition d'un Corps opaque.

I°. Quand le Globe lumineux S, eſt *égal au Globe opaque* qu'il éclaire ; l'ombre du Globe opaque eſt un Cylindre infini CABD : cylindre dont le diametre eſt égal au diametre du Globe opaque AB. (*Fig.* 18).

La raiſon en eſt, que les rayons RA & VB, qui partent des extrémités du corps lumineux, & qui raſent les extrémités du corps opaque, ſont paralleles, & ſe meuvent ſans s'approcher & ſans s'éloigner.

Ces rayons ſont des Tangentes au diametre AB : l'Arc éclairé ATB, eſt égal à l'Arc ombré AMB.

II°. Quand le Globe lumineux eſt *plus petit que le Globe opaque* qu'il illumine ; l'ombre du Globe opaque eſt un Cône tronqué *cabd* : cône qui va en croiſſant à l'infini, à meſure qu'il s'éloigne du corps opaque qui le produit. (*Fig.* 14).

La raiſon en eſt, que les rayons *ra* & *vb*, qui partent des extrémités du globe lumineux, & qui raſent les extrémités du globe opaque, ſont divergens & s'écartent de plus en plus à l'infini.

Ces rayons *r a* & *v b* sont des Tangentes, non au diametre du Globe opaque, mais aux rayons *t b* & *t a* du même globe : l'Arc éclairé *a n b*, est moindre que l'Arc ombré *a m b*.

III°. Quand le Globe lumineux est *plus grand que le Globe opaque* qu'il éclaire ; l'ombre du Globe opaque est un Cône *a d b* : cône dont la base est appuyée sur le corps opaque, & dont la pointe *d* est dans la ligne droite qui enfile les deux centres du corps lumineux & du corps opaque. (*Fig.* 16).

La raison en est, que les rayons R *a* & V *b*, qui partent des extrémités du corps lumineux, & qui rasent les extrémités du corps opaque, sont convergens & s'approchent sans cesse l'un de l'autre, à mesure qu'ils s'éloignent de leur origine : ils doivent donc se rencontrer en un point *d*, où leur lumiere deviendra sensible & où l'ombre finira.

Ces rayons R *a* & V *b* sont des Tangentes, non au diametre du Globe opaque, mais aux rayons *t a* & *t b* du même globe : l'Arc éclairé *a g b*, est plus grand que l'Arc ombré *a h b*.

IV°. Dans le premier cas, le Globe lumineux éclaire la moitié précisément de la surface opaque : dans le second cas, le Globe lumineux éclaire moins de la moitié de la surface opaque : dans le troisieme cas, le Globe lumineux éclaire plus de la moitié de la surface opaque.

On peut se former par-là provisionnellement une idée générale des *Eclipses de Soleil & de Lune*, dont nous traiterons ailleurs assez amplement, dans l'Astronomie géométrique. (1245 & 1254).

904. REMARQUE. Comme *on ne voit rien sans lumiere* : il est clair qu'un Corps placé dans une entiere privation de lumiere, ne pourroit en aucune façon être apperçu.

Un Objet placé dans l'ombre d'un arbre ou d'une maison, m'est rendu visible par les rayons que réfléchissent sur lui les Objets environnans ; & qu'il réfléchit lui-même à son tour dans mon œil.

La Lune, dans une éclipse totale, est rendue visible par une *petite portion de Rayons solaires* ; qui réfractés par l'Atmosphere terrestre, viennent tomber sur la Terre, & se réfléchissent vers la Lune, laquelle les réfléchit à son tour vers la Terre : où, reçus dans un œil, ils tracent une *sombre & obscure image de la Lune éclipsée*.

Cette image de la Lune ainsi éclipsée, est *rouge ou couleur de feu* : parce qu'elle est produite dans notre œil, par l'Espece rouge de rayons ; qui est plus propre que les autres especes plus réfrangibles, à passer de l'Atmosphere à la Terre, de la Terre à la Lune, & de la Lune à la Terre, sans essuyer une trop grande dissipation, un trop grand affoiblissement.

PARAGRAPHE SECOND.

LE RAYON DIRECT DANS L'ŒIL, OU PRINCIPES SUR LA VISION.

905. OBSERVATION. La Lumiere, en pénétrant dans notre Œil, y souffre différentes réfractions, dont nous parlerons ailleurs, & dont nous ferons abstraction pour le présent. (*Fig.* 30).

Nous ne considérerons donc ici dans l'Œil, que la *Prunelle P*, que nous regarderons comme une simple ouverture, sans enveloppes réfractantes ; & la *Rétine*, ou l'Enveloppe fibreuse *r* R *r*, qui forme la concavité du fond de l'œil, & que vont frapper les rayons lumineux que la Prunelle admet dans l'œil.

906. DÉFINITION. La *Vision* est cet acte de l'Ame, par

par lequel elle a présente la figure & la situation d'un Objet, à l'occasion d'une impression faite dans l'œil, par la lumiere que darde ou réfléchit cet objet.

I°. La *Vision est distincte* : quand chaque partie notable de l'objet est tracée à part dans la Rétine, sous ses traits propres & caractéristiques, séparés des traits propres & caractéristiques des autres parties.

II°. La *Vision est confuse* : quand les images des objets sont mal formées & mal tracées dans l'œil ; & quand plusieurs parties notables d'un même objet, se traçant sur un même point de l'œil, y confondent leurs images diverses en une seule & même image.

AXIOME FONDAMENTAL.

907. *Les Objets sensibles tracent leur Image dans l'œil ; & la Vision nette & distincte des objets, est attachée à la formation nette & distincte de leur image dans la Rétine.*

Pour rendre bien sensible la vérité de cet Axiome fondamental : nous allons la présenter & la montrer dans *deux Expériences décisives*, dont l'une sera une imitation artificielle de l'œil ; & l'autre, un examen de ce qui se passe dans l'Œil naturel.

L'ŒIL ARTIFICIEL.

908. EXPÉRIENCE I. Soit AB, une Boîte ronde, de bois ou de carton, de trois ou quatre pouces de diametre ; & percée de deux Trous ronds diamétralement opposés A & B. (*Fig.* 22).

Le Trou B, d'environ un pouce & demi de diametre, est recouvert d'un *Papier huilé*.

Le Trou A reçoit un petit Tuyau cylindrique AV, d'un pouce de diametre & d'environ un pouce & demi de longueur ; qui est évasé intérieurement en forme d'entonnoir, & qui porte à son extrémité la

plus étroite dans l'intérieur de la Boîte, un *Verre lenticulaire V*, dont le Foyer est à peu près à la distance du Papier huilé : de forte que l'on peut y faire arriver justement ce Foyer, en avançant ou en reculant un peu le petit Tuyau A.

EFFETS. Si le Tuyau A, adapté au trou d'un volet de fenêtre, dans une chambre d'ailleurs bien fermée, est tourné vers un *Objet bien éclairé*, & qui ne soit éloigné que de trente ou quarante pas : on voit cet objet MN, peint avec toutes ses couleurs, sur le Papier huilé B, mais dans une situation renversée.

Le point le plus haut de l'Objet, occupera la partie la plus basse de l'image : le point le plus bas de l'Objet, occupera la partie la plus haute de l'image : la partie qui est à droite dans l'objet, sera à gauche dans l'image ; & ainsi du reste.

La Boîte AB est un Œil artificiel, dont le Mécanisme physique, déjà indiqué dans le Paragraphe précédent (902), achevera de se dévoiler dans la suite de ce Traité.

L'ŒIL NATUREL.

909. EXPÉRIENCE II. A un volet de fenêtre bien fermée, soit une petite ouverture circulaire, à laquelle on adaptera un *Œil de veau* : en telle sorte que la Prunelle P réponde au dehors, & la Rétine R au dedans de la chambre. (*Fig.* 30).

Il faut que cette Rétine soit dépouillée artistement dans sa partie extérieure, des tégumens grossiers qui l'enveloppent, & qui pourroient empêcher de voir ce qui se passe dans elle.

EFFETS. Dans cet Œil & sur cette Rétine, vous verrez tracées nettement & sans confusion, les *images des différens Objets voisins*, qui étant bien éclairés, peuvent renvoyer leurs rayons par la Prunelle sur la Rétine. (*Fig.* 29 & 31).

I°. Dans cet Œil naturel, comme dans l'Œil artificiel dont nous venons de parler, *les images des Objets sont renversées* : la partie supérieure de l'Objet, occupe la partie inférieure de la Rétine; & réciproquement la partie inférieure de l'Objet, est peinte dans la partie supérieure de la Rétine.

Par exemple, dans l'*Image d'un homme qui marche sur le grand chemin*, les pieds sont en haut & la tête en bas : la main gauche est à droite ; & la main droite à gauche. Mais chaque partie de l'image, est tracée & dessinée dans les plus exactes proportions & avec ses couleurs naturelles.

II°. A mesure que cet homme s'éloigne, son image, toujours tracée dans la rétine de l'œil de veau, devient plus petite ; & les deux dimensions de cette image, sa hauteur & sa largeur, décroissent sensiblement chacune, dans la même proportion que la distance augmente. (*Fig.* 24).

De sorte que la hauteur de l'image d'un homme, à 20 pas, est comme 1 ; à 40 pas, comme $\frac{1}{2}$; à 60 pas, comme $\frac{1}{3}$; à 100 pas, comme $\frac{1}{5}$; & ainsi de suite : jusqu'à ce que l'objet soit assez éloigné, pour que l'image se réunisse & se confonde toute entiere dans un seul point de la Rétine, où elle cesse d'être distinctement visible.

Les *divers diametres des Images*, que trace dans l'œil un Objet visible, placé devant l'œil à différentes distances toutes peu considérables, décroissent réellement & géométriquement dans un rapport un peu moindre que celui des distances augmentées, & réciproquement : mais cette différence, même dans les petites distances, est toujours insensible à l'œil. Cette différence diminue encore de plus en plus, à mesure que la distance devient plus grande : ensorte que dans les grandes distances, elle devient infiniment petite, & par-là même géométriquement nulle.

D'où il s'ensuit que *les diametres des Images tracées dans un Œil, par un même Objet placé successivement en AB, en CD, en EF, sont toujours sensiblement en raison inverse des distances.*

III°. Les Objets qui se peignent dans l'œil dont nous parlons, sont toujours interceptés dans un Angle droit *a* P *b*, formé par deux lignes *ra*, *rb*, menées des extrémités de la Rétine *r* R *r*, par les extrémités de la Prunelle P. (*Fig.* 30).

Les Objets placés devant l'œil hors de cet Angle droit, ne tracent point leur image sur la rétine *r* R *r*: parce que les rayons qu'ils dardent ou qu'ils réfléchissent en droite ligne, ne peuvent pas se porter par la Prunelle P dans la Rétine, & y faire leur impression.

On voit par-là, pourquoi tout ce que nous voyons d'un seul coup-d'œil, est ordinairement compris entre un *Angle droit*, tel que *a* P *b*.

THÉORIE EXPÉRIMENTALE DE LA VISION.

910. EXPLICATION. Soit une Fleche ADB, exposée à l'Œil dont il vient d'être question. Je dis que cette Fleche doit aller se peindre renversée dans la Rétine *a b d*. (Fig. 29).

I°. Tout point éclairé, ainsi que tout point rayonnant, est comme un centre de Sphere ; d'où partent en droite ligne, une infinité de rayons divergens, qui vont rendre visible ce point, à différentes distances. (892).

Or les Points A, D, B, sont des points éclairés : donc ces points réfléchissent de tous côtés des rayons divergens, propres à les tracer dans un Œil C, & à les y rendre sensibles.

II°. De tous les rayons divergens, A*m*, A*n*, A*g*, AC, que réfléchit le point A ; il n'y a que le *Rayon A C*, qui enfile la Prunelle C, & qui porte son impression sur la Rétine en *a*.

De même, de tous les rayons divergens, que réfléchissent les points D & B, il n'y a que les *Rayons DC & BC*, qui enfilent la Prunelle, & qui fassent leur impression sur la Rétine en *d* & en *b*.

III°. Comme les rayons de lumiere, dardés par un Corps lumineux ou réfléchis par un Corps éclairé, vont toujours en droite ligne, dans un même Milieu (897): il est clair que le *rayon AC*, réfléchi par la partie supérieure de l'objet, doit faire son impression sur la partie inférieure de la Rétine en *a*: que le *rayon BC*, réfléchi par la partie inférieure de l'objet, doit faire son impression sur la partie supérieure de la Rétine en *b*: que le *rayon DC*, réfléchi par le milieu de l'objet, doit faire son impression sur le milieu de la rétine en *d*: que les *autres rayons*, réfléchis par les points successifs de l'objet, doivent faire leur impression sur la Rétine, dans des points d'autant plus bas, qu'ils sont partis de plus haut, & réciproquement: que les Rayons réfléchis par la partie droite de l'objet, doivent se porter sur la partie gauche de la Rétine; & ainsi du reste.

D'où il résulte que l'*Image formée dans la Rétine par l'impulsion de ces rayons, doit être renversée*: ainsi qu'elle se montre à l'Observateur, dans l'Œil artificiel & dans l'Œil naturel. (*Fig.* 29).

IV°. Si l'objet ADB est de *différentes Couleurs*: chaque point de cet objet, ira se peindre sous sa couleur propre, dans la Rétine.

Le point A de l'objet étant *rouge*, il ne réfléchit que des rayons rouges: le rayon rouge AC ira donc tracer un point rouge en *a*.

Le point B de l'objet étant *violet*, il ne réfléchit que des rayons violets: le rayon violet BC ira donc tracer un point violet en *b*.

Le rayon D de l'objet étant *vert*, il ne réfléchit que ces rayons verts: le rayon vert DC ira donc tracer un point vert en *d*.

Ainsi, *toute l'Image* a d b *retracera respectivement toutes les couleurs de l'Objet A D B.*

V°. A mesure que l'objet AB s'approche de l'œil, *l'Image devient plus grande dans l'œil:* elle devient plus petite, à mesure que l'objet s'éloigne.

La raison en est, que les rayons AC & BC, qui partent des extrémités de cet objet, forment un angle BCA d'autant plus aigu, que l'objet est plus éloigné; d'autant moins aigu, que l'objet est plus près.

Quand l'objet AB s'approche, l'angle *b* C *a* devient plus ouvert: l'image *a d b* augmente. Quand l'objet AB s'éloigne, l'angle *b* C *a* devient plus petit: l'image *a d b* diminue.

Quand l'objet AB est à une très-grande distance, l'angle ACB & l'angle égal *a* C *b*, sont comme infiniment petits. L'image *a b*, interceptée entre cet angle, devient infiniment petite; elle devient par là même insensible & imperceptible.

VI°. Nous nous bornerons à faire remarquer ici, comme en passant, que chaque point de l'image *adb*, doit son existence, non à un seul Rayon isolé, mais à une *petite touffe de Rayons divergens MAN, MDN, MBN:* qui réfractés dans les humeurs & dans les enveloppes de l'œil, deviennent convergens dans l'œil; & vont frapper par la pointe de leurs cônes, différens points *a*, *d*, *b*, de la Rétine. (*Fig.* 31).

C'est par cette réunion en un même point dans l'œil, que leur percussion produit dans les différens points *a*, *d*, *b*, une image nette & sensible de chaque portion de l'Objet qui les réfléchit: ainsi que nous l'expliquerons ailleurs. (1040).

IMAGES DES OBJETS.

911. OBSERVATION. Les *différentes Images* que tracent les Objets dans le fond de l'Œil, paroissent n'être

autre chose qu'un plus ou moins de lumiere, qu'un plus ou moins d'ombre, qu'un plus ou moins de telle & telle espece de rayons, par exemple, de rayons rouges ou de rayons jaunes, sur tels & tels points de la Rétine. (*Fig.* 31).

Mais quand même nous ignorerions totalement comment & par quel Mécanisme physique, les Rayons lumineux prennent & impriment l'image du Corps qui les darde ou qui les réfléchit : l'Expérience nous atteste & nous démontre que la chose est ainsi ; & c'est d'après l'expérience, que nous allons présenter & tracer ici les Vérités suivantes.

I°. Les Rayons émanés du sein du Corps lumineux, en tracent l'image dans la Retine : *quand ils y arrivent directement & sans avoir essuyé aucune réflexion & aucune réfraction, dans le même ordre & dans le même mélange qu'ils ont en partant du Corps lumineux.*

Par exemple, les Rayons émanés du sein du Soleil, ou d'une Torche enflammée, peignent dans l'œil l'image de la Torche & du Soleil : quand l'œil les reçoit directement de ces Corps.

II°. Les Rayons émanés du sein du Corps lumineux, en tracent encore, quoiqu'un peu plus foiblement, l'image & les couleurs dans la Retine : *quand ils y arrivent après avoir été réfléchis par une Surface plane & polie, qui les renvoie dans l'œil dans le même ordre & dans le même mélange qu'ils ont en sortant du Corps lumineux.*

Par exemple, les Rayons émanés du sein du Soleil ou d'une Torche enflammée, tombant directement sur un Miroir plan qui les répercute dans mon œil, tracent sur ma Rétine, non l'image du Corps qui les réfléchit, mais l'image du Corps qui les darde.

III°. Quand les Rayons émanés du sein du Corps lumineux, arrivent dans l'œil après être tombés sur une Surface qui les divise & les éparpille en tout sens,

en les réfléchiſſant : *ces Rayons tracent dans l'œil, l'image de la Surface réfléchiſſante.*

Par exemple, les Rayons ſolaires, qui tombent ſur la façade inégale & mal polie d'un Bâtiment, & que cette façade réfléchit dans mon œil en les éparpillant, tracent dans ma Rétine, non l'image & les couleurs du Soleil qui les darde, mais l'image & les couleurs de la Façade qui les répercute. (*Fig.* 31).

IV°. Les Rayons répercutés par un Corps éclairé, tracent dans l'œil l'image de l'objet qui les répercute : *tant qu'ils arrivent dans l'œil, dans le même ordre & dans le même mélange qu'ils ont en partant du Point réfléchiſſant:* ſoit qu'ils arrivent directement dans l'œil, ſans avoir eſſuyé aucune réflexion ; ſoit qu'ils y arrivent après avoir été réfléchis par une Surface plane & polie, qui ne change point l'ordre & la combinaiſon qu'ils avoient en partant de l'objet qui les réfléchit. Par exemple, (*Fig.* 42) :

Mon œil NO reçoit également l'image & les couleurs de la Fleche AB, par le moyen des Rayons que cette fleche répercute : ſoit que ces rayons répercutés parviennent directement & ſans aucun obſtacle dans mon œil ; ſoit qu'ils n'arrivent dans mon œil, qu'après avoir été uniformément réfléchis par un Miroir plan RZ.

V°. Les Rayons répercutés par un Corps éclairé, ne tracent plus dans l'œil l'image & les couleurs de ce corps : *quand ils arrivent dans l'œil, après avoir été répercutés de nouveau par une Surface inégale & mal polie, qui les diviſe & les éparpille ;* qui change l'ordre & la combinaiſon qu'ils avoient en partant du premier Corps réfléchiſſant. (*Fig.* 42).

Par exemple, les Rayons qui partent de la Fleche AB, ne peindront plus cette Fleche ſur ma Rétine : quand ils y arriveront après avoir été répercutés & éparpillés par la façade d'un Bâtiment voiſin RZ.

VI°. Les Rayons réfléchis par un Corps opaque, en tracent l'image & les couleurs sur un Mur ou sur un Carton : *quand ils y arrivent conjointement en pointes pyramidales, après leur Réflexion ou leur Réfraction.* Par exemple, (*Fig.* 56) :

L'Objet AB formera son image sur un Mur ou sur un Carton en *ba*, par le moyen des Rayons AM & BN, que réfléchit le Miroir concave MN.

VII°. Nous donnerons ailleurs sous les Numéros 973, 997, 1012, 1025, 1027, 1031, 1040, une théorie plus développée, de tout ce qui concerne les *Images des Objets*, dans les merveilleux Phénomenes de la Réflexion & de la Réfraction.

SECOND AXIOME.

912. *Nous voyons chaque point d'un Objet lumineux ou illuminé, dans l'axe du Cône lumineux qui affecte la surface extérieure de notre Œil, au moment où l'Image de cet objet se forme dans notre Rétine.*

EXPLICATION. Il est facile de faire bien concevoir & bien sentir la vérité de cet Axiome, par le moyen de l'Expérience. (*Fig.* 13).

I°. Soit un point lumineux C. Nous voyons ce *Point lumineux* C, dans la ligne droite RCD ; & cette ligne est l'axe du Cône lumineux ACB, que darde ce Point rayonnant, & qui affecte notre œil AB.

De même, si le Point C est un point bien sensible, vivement éclairé, & peu éloigné : nous voyons ce *Point éclairé* dans la ligne droite RCD, laquelle est l'axe du Cône lumineux ACB, que réfléchit ce point illuminé, & qui affecte notre œil A B.

Quand le *Point lumineux ou illuminé C* est peu éloigné : nous estimons & nous évaluons à peu près la distance RC ; dont nous rapportons l'extrémité au point où se réunissent les lignes convergentes A C

& BC, lesquelles circonscrivent le cône lumineux qui fait impression sur notre œil.

Mais quand ce même point C est très-éloigné de notre œil : l'angle ACB est comme infiniment petit. Les lignes AC & BC étant sensiblement paralleles ; nous ne pouvons pas estimer & juger à quel point C ou D elles se rencontrent. Alors nous nous bornons à placer l'objet C, dans l'axe RCD du Cône lumineux, à une distance indéfinie.

C'est pour cette raison que nous confondons la distance des Planettes avec celle des Etoiles, que nous rapportons également à un point imaginaire du Firmament.

II°. Soit une Fleche bien éclairée ADB. Nous voyons le point A, dans l'axe du cône lumineux NAM; le point B, dans l'axe du cône lumineux NBM; le point D, dans l'axe du cône lumineux NDM. (*Fig.* 31).

Le point A, par exemple, nous paroît d'autant plus éloigné, que les lignes MA & NA vont se réunir plus loin de l'œil; & réciproquement, ce point A nous paroît d'autant moins éloigné, que les lignes MA & NA vont se réunir moins loin de l'œil.

Delà vient que dans un même Objet bien éclairé & peu éloigné, nous jugeons tels points plus éloignés & tels autres points moins éloignés de nous : comme ils le sont en effet.

III°. Soit une autre Fleche AB, qui réfléchit sa lumiere sur un Miroir plan RZ ; lequel la répercute dans mon œil NO. (*Fig.* 42).

Le point éclairé A renvoie sur le Miroir RZ, un Cône lumineux *n* A *m* : qui se réfléchit dans mon œil, dans la direction *n* N & *m* O. Mon œil, dans l'instant où il est affecté par le cône tronqué de lumiere N *n m* O, voit le point A, non en A, mais en *a*, dans l'axe du Cône lumineux N *n a m* O, derriere le Miroir.

De même le point éclairé B renvoie sur le Miroir

RZ, un Cône lumineux *v B s*; qui se réfléchit dans mon œil, dans la direction *v* N & *s* O. Mon œil, affecté par le cône tronqué de lumiere N *v s* O, reçoit l'image du point B; & voit ce point B, non en B où il est réellement, mais en *b* où il n'est pas, toujours dans l'axe du Cône lumineux qui l'affecte.

IV°. De ces Observations, il résulte, que nous *voyons toujours les Objets dans la direction que suit la Lumiere, à l'instant où elle fait son impression sur la surface & dans le fond de notre œil*: quelque direction que puisse avoir eu auparavant cette cette même Lumiere; laquelle ne fait son impression sur l'œil, qu'en vertu de sa derniere direction, ou de la direction qu'elle a au moment où elle affecte notre œil.

912. II°. REMARQUE. La *même Loi* a lieu relativement à tous les Corps qui font impression sur nos Organes : ce qui fait voir que c'est une vraie *Loi de la Nature*, & non une simple hypothese imaginée gratuitement pour expliquer tels & tels phénomenes.

Nous rapportons généralement & constamment la *Cause de nos Sensations*, dans la ligne qu'a suivi le Corps en mouvement qui les fait naître. Par exemple, je juge qu'un Corps sonore est à ma droite, par l'impulsion faite dans telle direction sur mon oreille : qu'un Corps odorant est à ma gauche, parce que l'impression que j'en reçois, vient de ce côté.

De même, dans un tems froid, un Aveugle introduit dans une grande Salle où se trouve un bon feu qu'il ne voit pas, est dirigé sûrement vers ce feu, par l'impulsion des corpuscules de ce feu : corpuscules qui lui apprennent que pour approcher du feu, il n'a qu'à suivre la ligne directement opposée à l'impression qu'il en reçoit. Par exemple, cet Aveugle étant placé en AB, il devinera & il jugera bientôt que ce feu est placé en C. (*Fig.* 13).

913. COROLLAIRE I. *Quoiqu'un Objet soit peint renversé dans l'Œil : l'œil doit voir cet objet, dans sa situation naturelle.* (Fig. 29 & 31).

EXPLICATION. Comme nous voyons toujours les Objets dans la direction que suit la Lumiere, à l'instant où elle fait son impression & où elle trace son image dans notre œil : il est clair que le point *a* de l'image renversée, doit être vu en A ; le point *b*, en B ; le point *d*, en D : il est clair que la partie qui est à gauche dans l'image *a d b*, doit être vue à droite dans l'objet ADB ; & ainsi du reste.

Donc, quoique l'*image d'un Objet*, soit renversée dans l'œil ; l'œil doit voir cet objet, dans sa situation naturelle.

914. COROLLAIRE II. *Un même Objet est vu d'autant plus loin & d'autant moins clairement : que les Rayons dardés ou réfléchis par cet objet, ont fait plus de chemin sans changer leur divergence, avant d'atteindre l'œil.* (Fig. 32).

EXPLICATION. Quand nous pouvons évaluer par le moyen d'un seul œil, les *distances des Objets :* nous voyons ces objets au point où se terminent les lignes convergentes AS & BS du Cône lumineux ASB qui affecte notre œil AB (912). Delà, il résulte :

I°. Qu'un œil placé en AB, verra l'objet S au point S ; où vont se réunir les lignes convergentes AS & SB, tracées par les rayons qui circonscrivent le cône lumineux ASB.

II°. Que le même œil placé en CD, à une distance double, verra l'objet S au point S ; où se terminent & se réunissent les lignes CS & DS, qui circonscrivent le cône lumineux CSD, dont la base est appuyée sur l'œil : par la raison que les lignes CS & DS étant de moitié moins convergentes que les Lignes AS & BS,

& que la distance CD étant égale à la distance AB; les lignes CS & DS doivent aller se réunir deux fois plus loin que les lignes AS & BS.

III°. Que le même œil placé en FG, à une distance triple, verra trois fois plus loin l'objet S : savoir, au point S, où se réunissent les lignes convergentes FS & GS, qui circonscrivent le Cône lumineux FSG; cône appuyé par sa base toujours de même grandeur, sur le même œil FG.

IV°. Que l'œil en AB, aura une lumiere quatre fois plus dense & plus vive qu'en CD; neuf fois plus dense & plus vive qu'en FG; & ainsi de suite à l'infini : puisque la densité de la lumiere décroît, comme le quarré de la distance augmente. (898).

ANGLES OPTIQUES.

915. DÉFINITION. On nomme *Angle optique*, un angle ACB, qui a son sommet dans le centre C de la Prunelle; & qui est formé par les rayons convergens AC & BC, dardés ou réfléchis par les extrémités de l'objet AB. (*Fig.* 29).

A cet Angle optique hors de l'œil, répond dans l'œil un Angle égal *a* C*b*; qui est opposé au sommet à l'Angle optique, & qui termine & circonscrit l'image *adb* tracée dans l'œil.

L'Angle optique ACB, peut embrasser *une simple Ligne*, un espace sans largeur & sans profondeur AB : alors il n'est formé que par deux rayons AC & AB.

Quand l'Angle optique ANB embrasse un *Solide AB ou HK*, régulier ou irrégulier : cet angle est alors formé par tous les rayons qui partent de toutes les différentes extrémités de ce Solide, lumineux ou illuminé. (*Fig.* 24).

916 OBSERVATION. *Si un Objet AB, fixé à deux lignes indéfinies NA & NB, qui partent d'un même point*

N, se meut dans la direction ND ou DN, restant toujours parallele à lui-même, (Fig. 24) :

I°. Il est clair que les deux lignes NA & NB s'approcheront sans cesse l'une de l'autre : quand l'objet AB s'éloignera du point N.

Dans ce cas, l'Angle optique ANB devient de plus en plus petit, aussi bien que l'angle opposé au sommet *a* N *b*, lequel va terminer & circonscrire l'image de l'objet A B dans l'œil.

II°. Il est clair que les deux mêmes lignes NA & NB s'éloigneront sans cesse l'une de l'autre : quand l'objet AB s'approchera du point N.

Dans ce cas, l'Angle optique ANB devient sans cesse plus grand, aussi bien que l'angle toujours égal *a* N *b*, qui alors aggrandit de plus en plus l'image de l'objet dans l'œil.

III°. Si l'Angle ANB est très-petit, l'Objet AB très-éloigné, le diametre AB placé dans la direction de l'arc AB : il est clair que le *diametre de l'Objet*, se confond sensiblement avec l'arc AB qui mesure la grandeur de l'Angle optique.

La raison en est, qu'à une grande distance du sommet d'un angle ; un très-petit Arc AB ou CD, ne differe qu'infiniment peu de la ligne droite AB ou CD, qui est le diametre de l'objet.

On peut donc dans ce cas, prendre le *diametre de l'Objet*, pour l'arc AB ou CD ; & réciproquement, prendre cet Arc AB ou BC, pour le diametre de l'objet. (*Math.* 710).

TROISIEME AXIOME.

917. *La grandeur des Angles optiques, détermine communément la grandeur apparente des Objets :* c'est-à-dire que les Objets nous paroissent pour l'ordinaire, d'autant plus grands, qu'ils sont vus sous un plus grand angle optique ; d'autant plus petits, qu'ils sont

vus ſous un plus petit angle optique.

EXPLICATION. I°. Cet Axiome, eſt conſtaté par l'Expérience. Par exemple, quoique le Soleil ſoit immenſement plus grand que la Lune ; ces deux Globes ſont vus dans le Ciel à peu près ſous la même grandeur : parce qu'ils ſont vus ſous deux angles optiques ſenſiblement égaux ; ou qu'ils tracent dans la rétine, des images à peu près égales.

De même, ſoient dans le Ciel, deux Etoiles A & B, & deux Planetes *a* & *b*. Quoique l'eſpace A B ſoit immenſement plus grand que l'eſpace *a b* ; ces deux eſpaces paroiſſent de même grandeur : parce qu'ils ſont vus ſous le même angle optique ACB ; & que les points AB & *a b*, qui terminent l'un & l'autre eſpace, ſe tracent préciſément ſur les mêmes points de la Rétine. (*Fig.* 12).

II°. Cet Axiome eſt conforme à la Raiſon. Car, deux Objets AB & HK, qui ſe peignent dans l'œil ſous un même Angle optique HNK, y tracent deux images *a b* d'égale grandeur. (*Fig.* 24).

Or, *deux Images d'égale grandeur*, toutes choſes étant égales d'ailleurs, doivent déterminer l'Ame, à voir ces deux objets AB & HK, ſous la même grandeur.

Par la même raiſon, deux Objets égaux ou inégaux AB & CD, qui ſont vus ſous des Angles optiques d'inégale grandeur, tracent dans l'œil des Images proportionnelles à ces Angles optiques ANB & CND. Donc, toutes choſes étant égales d'ailleurs, l'Ame doit voir ces deux objets ſous une grandeur proportionnelle aux angles optiques qui forment & terminent ces images.

III°. Cet Axiome exige & un développement & une reſtriction, que nous allons lui donner dans les deux Propoſitions ſuivantes.

PREMIERE PROPOSITION FONDAMENTALE.

918. *Le diametre apparent d'un même Objet placé à différentes distances considérables de l'Œil, décroît sensiblement, comme les distances augmentent ; ou est en raison inverse des distances.* (Fig. 24).

DÉMONSTRATION. Soit un Œil N. L'*Objet AB*, placé à une distance considérable de l'œil, à une distance = 1, sera vu sous l'angle optique A N B ; & son diametre AB paroîtra comme 1.

Le même Objet, placé en CD, à une distance double = 2, sera vu sous l'angle optique CND, sensiblement plus petit de moitié que le précédent ; & son diametre CD paroîtra comme $\frac{1}{2}$.

Le même Objet, placé en EF, à une distance triple = 3, ne sera vu que sous un angle optique trois fois plus petit sensiblement, que l'angle ANB ; & son diametre EF, ne paroîtra que comme $\frac{1}{3}$.

I°. Les Triangles ANB & RND sont semblables : puisque leurs angles homologues sont les mêmes ou égaux. Donc le côté RD est double du côté AB : comme la base ND est double de la base NB. Donc, par la même raison, le côté TF est trois fois plus grand que le côté A B : comme la base NF est trois fois plus grande que la base NB. (*Math.* 403).

Or si l'*Objet AB*, restant toujours parallele à lui-même, passe successivement de CD, en EF : il est clair qu'en CD, son diametre n'occupera que la moitié de la ligne R D, qui est deux fois plus grande que la ligne AB. Il ne sera donc vu que sous l'angle optique CND, sensiblement plus petit de moitié que l'angle ANB.

Il est clair qu'en EF, son diametre n'occupera que le tiers de la ligne TF, trois fois plus grande que la ligne AB. Il ne sera donc vu que sous l'angle optique FNE,

FNE, lequel eſt ſenſiblement trois fois plus petit que l'angle ANB.

II°. Quand l'Objet AB, CD, EF, eſt aſſez petit & fort éloigné de l'œil, par exemple, *un Homme* qui marche ſur un grand chemin, à un quart de lieue, à une demi-lieue, à une lieue, de l'œil qui l'obſerve : ſes diametres AB, CD, EF, ſe confondent ſenſiblement avec les arcs AB, CD, EF, qui meſurent les divers Angles optiques ſous leſquels l'objet eſt vu à différentes diſtances de l'œil : on peut donc ſubſtituer ces arcs aux diametres de l'objet. (916).

Or, l'objet eſt vu en AB, à une diſtance $= 1$, ſous l'angle optique ANB $= 1$; en CD, à une diſtance $= 2$, ſous l'angle optique CND $= \frac{1}{2}$; en EF, à une diſtance $= 3$, ſous l'angle optique FNE $= \frac{1}{3}$.

Donc, puiſque le *diametre apparent des Objets*, eſt ſenſiblement proportionnel à la grandeur des Angles optiques ſous leſquels ils ſont vus : le diametre apparent de l'objet AB, paroîtra comme 1 à la diſtance 1; comme $\frac{1}{2}$, à la diſtance 2; comme $\frac{1}{3}$, à la diſtance 3; & ainſi de ſuite.

Donc le diametre apparent de cet objet, placé à différentes diſtances de l'œil, ſera en raiſon inverſe des diſtances. C. Q. F. D.

919. COROLLAIRE. *La Surface apparente d'un même Objet, vu ſucceſſivement à différentes diſtances conſidérables, eſt ſenſiblement en raiſon inverſe des quarrés des diſtances.*

EXPLICATION. La raiſon en eſt, que les *deux dimenſions apparentes d'un même objet*, ſa hauteur & ſa largeur, décroiſſent proportionnellement, à meſure que l'objet s'éloigne; & tracent dans l'Œil, des images plus ou moins grandes, mais toujours parfaitement ſemblables entre elles.

Or, dans les Figures ſemblables, les ſurfaces ſont

entre elles comme les quarrés d'une de leurs dimensions. (*Math.* 499).

Donc, en supposant égales les deux dimensions, la hauteur & la largeur, de l'objet AB : la surface apparente de cet objet sera $1 \times 1 = 1$, en AB ; sera $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, en CD ; sera $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$, en EF ; & ainsi de suite, toujours en raison inverse des quarrés des distances.

Il faut remarquer ici, à l'occasion de l'Axiome précédent & de ses dépendances, qu'*un même Objet HK, placé à la même distance K, paroît plus grand dans sa position perpendiculaire HK, que dans sa position oblique VK :* parce que dans le premier cas, il est vu sous un plus grand angle optique HNK ; & que dans le second cas, il est vu sous un moindre angle optique VNK.

SECONDE PROPOSITION FONDAMENTALE.

920 *L'Angle optique n'est pas la seule regle de nos Jugemens sur la grandeur des Objets : quoi qu'il en soit la principale.*

EXPLICATION. La raison de cette restriction ou de cette modification, c'est que souvent nous donnons plus de grandeur à certains Objets, que n'exige l'Angle optique sous lequel ils sont vus ; que n'exige l'Image sous laquelle ils sont tracés dans notre œil. Par exemple, (*Fig.* 24) :

I°. Un homme que je vois d'abord sur un grand chemin en AB, à la distance de cent toises, se peint dans mon œil sous l'angle optique ANB. Le *même homme*, que je vois ensuite en CD, à la distance de deux cens toises, se peint dans mon œil sous l'angle optique CND, de *moitié plus petit* que le précédent.

Je juge cependant cet homme, de même grandeur, en AB & en CD.

II°. Un homme qui voit pour la premiere fois la

Mer, placé ſur le rivage, apperçoit dans un grand éloignement, un Objet voguant ſur les flots; & il le prend pour une petite Barque. Un autre homme, accoutumé à voir arriver des Vaiſſeaux dans le Port, apperçoit le même Objet; & il juge que c'eſt un grand Navire.

Ces deux hommes apperçoivent le même Objet ſous le *même Angle optique;* & cependant le premier attribue à cet objet, bien moins de grandeur que le ſecond: donc l'angle optique n'eſt pas toujours l'unique regle de nos jugemens ſur la grandeur des Objets.

III°. Il s'enſuit delà, que la maniere de voir, dépend à certains égards, de l'uſage & de l'expérience: qu'il y a une vraie *Science de voir;* ſcience, qui ſe forme, ſe rectifie, ſe perfectionne par l'habitude & par la réflexion.

Par exemple, l'uſage & l'expérience nous ont appris que la ſtature d'un homme, eſt d'environ cinq pieds; & que cette ſtature ne change point en elle-même, ſous quelque image qu'elle ſe trace dans notre œil. Nous jugeons donc, d'après cette *Connoiſſance expérimentale*, que le même homme qui ſe préſente à notre œil & qui ſe peint dans notre retine ſous différens angles, eſt toujours de même ſtature en lui-même; & ce Jugement étouffe & détruit en nous, le penchant que nous aurions à juger de la grandeur de cet Objet, par la différente grandeur des Angles ſous leſquels il ſe trace dans notre œil.

De même, un homme qui voit la Mer pour la premiere fois, n'a d'autre regle pour juger de la *grandeur de l'Objet* qu'il obſerve dans un grand éloignement, que l'Angle optique ſous lequel cet objet ſe préſente à ſon œil; & par-là, il juge cet objet aſſez petit, pour être une ſimple Barque.

Un autre homme, habitué à voir arriver & partir des Vaiſſeaux, à les ſuivre de vue dans un long tra-

jet sur les eaux, a appris qu'un même Vaisseau, qui près de lui se présente à son œil sous un très-grand angle, ne se montre plus à son œil dans une grande distance, que sous un fort petit angle: qu'à une grande distance, une Barque devient presque invisible; & qu'un Vaisseau se trace dans l'œil sous la grandeur d'une petite Barque vue à une moindre distance.

Ces deux hommes jugent différemment de la grandeur de l'Objet qu'ils observent: parce qu'ils en jugent d'après des Regles différentes. Le premier ne juge de la grandeur de l'Objet qu'il voit, que d'après l'angle optique sous lequel il l'apperçoit: le second au contraire juge de la grandeur du même Objet, d'après l'expérience, qui lui a enseigné qu'un grand Navire, à telle distance, ne produit dans l'œil qu'une très-petite image.

IV°. De ces Observations expérimentales, il résulte, non que l'Angle optique est une Regle fautive, dans les jugemens que nous portons sur la grandeur des Objets; mais que ces jugemens fondés sur la différente grandeur des Angles optiques, doivent être dirigés & rectifiés par l'expérience & par la réflexion; d'où doit naître la *Science de voir*, en une foule de circonstances.

920 II°. REMARQUE. Un *jeune Homme d'Angleterre*, qui étoit né avec d'épaisses Cataractes, fut équivalement aveugle jusqu'à l'âge de treize ou quatorze ans, où un habile Chirurgien lui abattit ou lui arracha successivement l'une & l'autre cataracte. Ce fut alors que la Lumiere pénétra pour la premiere fois dans ses yeux d'ailleurs bien organisés; mais dont la Prunelle completement obstruée comme par un double bandeau, interceptoit absolument toute communication entre la Rétine & la Lumiere. (1038).

Ce jeune Homme, ainsi que nous l'apprend historiquement le savant & judicieux Smith dans son Optique, commença à voir, avec le plus grand étonnement, au bout d'un certain nombre de jours après l'Opération faite. Mais, en commençant à voir, il voyoit tout en quelque sorte dans lui-même; & il ne pouvoit juger, ni de la grandeur, ni de la figure, ni de la distance des Objets. Une Montagne éloignée, & un Objet voisin, étoient pour lui également dans son œil; & ce ne fut qu'après un certain tems d'expérience & de réflexion, qu'il apprit à *voir les Choses hors de lui*, à différentes distances & sous différentes grandeurs; comme nous les voyons.

Ce Fait remarquable prouve-t-il réellement, comme l'ont objecté quelques modernes Physiciens, que les *Angles optiques* ne servent à rien dans la Vision? Non: il prouve simplement, ou que les yeux du Jeune Homme furent encore malades & mal affectés pendant un certain tems après l'opération; ou que les Angles optiques qui se traçoient dans ses yeux, comme dans les autres, ne deviennent une Regle propre à faire estimer les figures & les grandeurs des Objets sensibles, qu'autant qu'ils sont peu à peu dirigés par l'expérience & par l'habitude de voir.

Si la grandeur des Angles optiques ne fait rien à la Vision: comment & pourquoi arrive-t-il que les Objets paroissent toujours plus grands ou plus petits qu'ils ne sont réellement; lorsque les Angles optiques qui les terminent, sont aggrandis ou diminués artificiellement par le moyen d'un Verre ou autrement? Pourquoi un Enfant voit-il par le moyen d'un Microscope, *une Puce*, aussi grande ou plus grande qu'un Hanneton: sinon parce que ce Microscope lui présente la Puce, sous des angles optiques aussi grands

ou plus grands que ceux ſous leſquels il voit naturellement & ſans aucun Verre, le Hanneton ?

OBJETS ET MOUVEMENS INSENSIBLES.

921. OBSERVATION. Nous avons obſervé & démontré que le *diametre apparent d'un Objet*, eſt ſenſiblement proportionnel à la grandeur de l'Angle optique qui l'embraſſe ou qui le termine.

Mais, comme cet Angle optique peut décroître à l'infini : on a cherché juſqu'à quel point cet angle doit décroître, pour que l'Objet qu'il renferme, ceſſe d'être viſible ; & c'eſt ce qu'il n'eſt pas facile de décider & de déterminer.

I°. Selon les Obſervations & les Spéculations du Docteur Hook, qu'adopte fonciérement l'Abbé Nollet : un *Objet dans le Ciel*, ceſſe d'être viſible ; quand l'Angle optique qui l'embraſſe & qui l'intercepte, à moins d'une demi-minute ; ou moins de trente ſecondes de degré.

Mais cette évaluation eſt une *Erreur manifeſte*. Car, nous voyons très-bien dans le Ciel, les *Etoiles de la premiere grandeur :* quoique ſelon tous les modernes Aſtronomes, leur diametre apparent ou l'angle optique ſous lequel elles ſont vues, ſoit au plus d'une ſeconde de degré.

De même, nous voyons très-bien dans le Ciel, nos *Planettes principales* ; quand, vers leurs Quadratures, elles ſont éloignées de la Terre, autant qu'elles le ſont du Soleil dans leurs moyennes diſtances de cet Aſtre : quoiqu'alors leur diametre apparent, ou l'angle optique ſous lequel elles ſont vues, ne ſoit que de vingt & une ſecondes dans Mercure, que de ſeize ſecondes dans Saturne, que de douze ſecondes dans Mars. (1224).

II°. Selon les Obſervations & les Spéculations les plus vraiſemblables des Phyſiciens-Géometres : les

Objets terrestres, qu'éclaire la lumiere commune du jour, doivent se présenter à une Vue moyenne entre celle des Myopes & celle des Presbites, sous un angle optique d'environ vingt ou trente Secondes de degré, pour être distinctement visibles.

Et le *diametre de l'Image* que trace un Objet dans l'Œil, doit avoir au moins *un dix-millieme de Pouce*, pour que l'objet qui répond à cette image, soit visible & sensible : cet Objet devenant invisible & insensible, dès que la grandeur de cette image, devient moindre dans l'œil ; du moins dans celui dont la constitution donne la Vue moyenne & commune.

III°. Selon tous les Astronomes & tous les Physiciens ; un *Objet quelconque* ; lumineux ou illuminé, soit dans le Ciel, soit sur la Terre, doit devenir invisible : quand, dans un plus ou moins grand éloignement, il cesse de réfléchir dans l'œil de l'Observateur, une quantité de lumiere qui soit suffisante pour y produire une impression sensible.

Et comme les *Corps lumineux* dardent proportionnellement plus de lumiere, que n'en réfléchissent les *Corps éclairés* : il s'ensuit que, tout étant égal d'ailleurs, les premiers doivent être vus & de beaucoup plus loin & sous un beaucoup plus petit Angle optique, que les derniers. Delà, les deux Corollaires suivans.

922. COROLLAIRE I. *Un Corps d'une grandeur immense, par exemple, une Planette ou une Comete beaucoup plus grande que la Terre, doit paroître comme un Point, à un certain éloignement ; & disparoître enfin, à un éloignement plus grand.*

EXPLICATION. Par exemple, la Planete de Herschel, environ trente fois plus grosse que la Terre, n'est invisible pour nous, à la vue simple : que parce que dans son éloignement d'environ six cens cinquante

millions de nos lieues communes, elle se présente à notre œil, sous un angle optique qui est comme infiniment petit.

De même, une Comete incomparablement plus grosse que la Terre, disparoîtra & cessera d'être visible : quand à force de s'éloigner de nous, elle ne se présentera plus à notre œil, que sous un angle optique à peu près égal en grandeur à celui des Satellites de Jupiter ou de Saturne. (916).

923. COROLLAIRE II. *Les mêmes Regles qui nous servent à évaluer la grandeur des Objets, nous servent aussi à évaluer la grandeur de leurs Vîtesses.*

EXPLICATION. La *Vîtesse réelle*, s'estime par la grandeur de l'espace parcouru, dans un tems déterminé. Or, le mouvement ou le déplacement successif d'un Objet, se peint dans l'œil, ainsi que l'objet lui-même ; & la grandeur de ce mouvement, ou de l'espace parcouru, s'estime, ainsi que celle de l'objet, par l'Angle optique qui l'intercepte. Par exemple, (*Fig.* 24) :

Si le Point M passe successivement de M en O, dans un tems déterminé : ce point M décrira dans l'œil la ligne *a b* ; & tracera successivement son image dans tous les points de la Rétine, interceptés entre *a* & *b*. La grandeur apparente de l'espace parcouru par le point M, sera proportionnelle à l'angle optique M N O qui embrasse cet espace, ou à l'angle égal *a* N *b*.

D'où il résulte, en ne faisant attention ici qu'à la seule grandeur des Angles optiques, (*Fig.* 12) :

I°. Que si deux Corps *A* & *a*, placés à différentes distances de l'œil, parcourent deux Arcs semblables A B & *a b* : ils paroîtront se mouvoir avec la même vîtesse ; quoique la vîtesse du corps plus éloigné, soit réellement beaucoup plus grande que celle du corps moins éloigné.

II°. Que si la *Vîtesse apparente* de deux Corps A & *a*, qui se meuvent autour d'un même centre C, est la même : leurs Vîtesses réelles sont comme leurs distances AC & *a*C de leur centre de mouvement : puisque leurs vîtesses réelles sont comme les arcs qu'ils parcourent dans un même tems ; & que ces arcs AB & *ab* sont entre eux, comme leurs rayons AC & *a* C. (*Math.* 474).

MOUVEMENS SENSIBLES ET INSENSIBLES.

924. OBSERVATION. Le *mouvement d'un Corps*, est tantôt sensible & tantôt insensible à la vue.

Par exemple, l'œil apperçoit facilement, sur le Cadran d'une Pendule à secondes, le mouvement de l'*Aiguille qui marque les secondes*, sans pouvoir jamais appercevoir, d'un instant à l'autre, le mouvement de l'*Aiguille qui marque les heures.*

I°. Selon l'Abbé Nollet, le mouvement d'un Corps, devient *insensible à la vue :* quand ce corps ne parcourt en une Seconde de tems, que l'arc ou la corde d'un arc d'environ vingt Secondes de degré : quelle que soit la vîtesse absolue de ce Corps.

Le mouvement de ce même Corps, deviendra *sensible à la vue :* quand ce Corps parcourra en une seconde de tems, un espace qui répondra à un arc plus grand, à un arc d'environ vingt-cinq ou trente Secondes de degré.

La raison en est, que la *Rétine* est tapissée d'une infinité de petits nerfs, assez semblables aux poils du Velours ; & que ces nerfs, ébranlés par les rayons de lumiere que darde ou que réfléchit sur eux l'Objet visible, se dressent & frémissent pendant un certain tems après la percussion de ces rayons.

Ce frémissement dure assez vraisemblablement pendant *une Seconde*, selon l'attentif & judicieux Observateur Muschembroëk ; & l'Objet qui darde ou qui

réfléchit le rayon lumineux, est vu dans l'axe de ce rayon lumineux, tant que dure le frémissement dans les fibres de la Rétine. (912).

II°. D'après les observations & les spéculations de Messieurs Nollet & Muschembroëk, on rendra raison assez aisément de tout ce qui concerne les Phénomenes des Mouvemens insensibles & des Mouvemens sensibles. Par exemple, (*Fig.* 24) :

Si le Point ou l'Objet visible M ne parcourt en *une Seconde de tems*, que l'arc ou la corde d'un angle optique infiniment petit; ou d'un angle optique qui n'ait qu'environ vingt Secondes de degré : le Rayon lumineux, dardé ou réfléchi par l'Objet visible M, tombe sensiblement sur le même point *a* de la Rétine, pendant toute la durée de cette Seconde. L'Objet visible M, toujours vu dans la ligne droite *a*NM, menée de la Rétine à l'Objet, sera donc rapporté, pendant toute cette Seconde de tems, au même point sensible M : il ne paroîtra donc point s'être mu & déplacé, pendant cette seconde.

Mais si l'Objet ou le Point visible M, quelle que soit sa vîtesse absolue, parcourt en *une Seconde de tems*, l'arc ou la corde MO d'un Angle optique de plus de trente ou quarante Secondes de degré : les Rayons lumineux, partis des deux extrémités M & O de cet arc, font sur différens points de la Rétine *a b*, une suite d'impressions distinctes ; qui représentent le passage successif de l'Objet M, d'un point de l'espace au point suivant.

L'Objet ou le Point visible M, toujours vu dans la direction du rayon qu'il envoie dans l'œil, sera donc rapporté à *deux Points differens M & O* ; & paroîtra s'être transporté, pendant cette Seconde, de M en O.

925. REMARQUE. Il est facile de faire l'application

de cette Théorie expérimentale, à une foule de Phénomenes plus ou moins dignes d'une attention philosophique. Par exemple :

I°. Si le Point M est un *Point rayonnant*, qui parcoure en une Seconde de tems la ligne MO : cet espace MO se peindra dans la Rétine *a b*, comme une traînée de feu ou de lumiere. (*Fig.* 24).

La raison en est, que les petits nerfs de la Rétine, compris dans l'arc *a b*, frémissent à la fois pendant toute la Seconde qu'emploie le Point rayonnant M à se transporter de M en O.

C'est ainsi qu'une Fusée, que ces exhalaisons que l'on nomme *Etoiles tombantes*, qu'une Mêche allumée que l'on agite avec rapidité, se peignent dans notre œil, comme des lignes de feu, droites ou courbes ou mixtes : selon la différence de leurs mouvemens.

II°. Sur le Cadran d'une Pendule à secondes, on voit aisément se mouvoir l'*Aiguille qui marque les secondes*, quand on l'observe d'assez près : parce que cette Aiguille, sur-tout dans son extrêmité, se meut avec assez de vîtesse, pour parcourir en *une Seconde de tems*, un arc de plus de vingt-cinq ou trente secondes de degré.

On ne voit pas de même se mouvoir l'*Aiguille qui marque les heures* : parce que cette Aiguille, en une seconde de tems, ne parcourt pas un angle assez grand pour affecter deux points bien séparés & bien distingués, dans la Rétine : la *grandeur de cet Angle*, devant se mesurer, ainsi que celle du précédent, non du centre de l'Aiguille qui se meut sur le Cadran, mais du centre de l'œil qui en observe le mouvement sur ce Cadran.

III°. Quoique les Etoiles & les Planetes aient une Vîtesse, réelle ou apparente, incomparablement plus grande que celle d'un Boulet de canon qui bat en

breçhe ; cette vîtesse, n'est pas sensible à la vue : parce que, quelque grande que soit cette vîtesse, elle ne suffit pas pour faire parcourir à ces Astres en *une Seconde de tems*, un espace capable de répondre dans l'œil, à un angle optique de plus de vingt Secondes de degré. (*Fig.* 12).

IV°. Une Baguette isolée, qui fait sa révolution autour d'un axe, dans environ une Seconde de tems, trace dans l'œil qui l'observe, l'image d'une *Surface continue*, conique ou cylindrique : parce que l'impression que fait sur l'œil le Rayon lumineux que réfléchit chaque point de cette baguette pendant sa révolution, dure & subsiste dans l'œil ; jusqu'à ce que la Baguette revienne au même point de sa Courbe, réfléchir de nouveaux rayons dans l'œil, & renouveller la même impression.

V°. Si cette même Baguette tourne avec une rapidité excessive, l'*œil cesse de la voir*, du moins distinctement : parce qu'elle passe si rapidement dans chaque partie de l'espace, qu'elle n'a pas le tems de réfléchir une quantité de rayons suffisante pour ébranler sensiblement les fibres de la Rétine.

C'est pour cette raison, que l'on ne voit pas un *Boulet de canon*, qui passe devant notre œil dans une direction à peu près perpendiculaire à nos Axes optiques : quoique l'on voie assez bien ce même Boulet, quand il fuit devant nous parallélement à nos Axes optiques.

AXES OPTIQUES.

926. DÉFINITION. On nomme *Axes optiques*, deux lignes DA & DB menées d'un même Point rayonnant ou éclairé D, au centre de l'une & l'autre Prunelle A & B d'un même homme. (*Fig.* 33).

Ces deux lignes font un angle ADB ou AEB, d'autant plus aigu ; que le point D ou E, origine des deux lignes, est plus éloigné. (916).

La base ou le côté constant de ce Triangle, est la distance AB, interceptée entre les centres des deux Prunelles, ou entre les centres des deux Rétines.

L'angle que vont former dans chaque point sensible de l'Objet lumineux ou illuminé, les Axes optiques AD & BD, ou AE & BE, sert à évaluer l'éloignement de cet Objet.

TROISIEME PROPOSITION FONDAMENTALE.

927. *Nous estimons l'éloignement des Objets, ou par l'intensité de la Lumiere qui les rend visibles, ou par le nombre & la grandeur des Corps qui les séparent de nous, ou par le plus ou le moins de convergence des Axes optiques qui affectent nos yeux.*

EXPLICATION. C'est sur-tout dans l'estimation de l'éloignement des Objets, qu'a lieu la *Science de voir* : science formée en nous par l'instinct, par l'habitude, par l'expérience, par la réflexion.

Comme tous les Objets, voisins ou éloignés, se peignent indifféremment dans notre Rétine, sur différens points séparés : il est probable que *nous voyons d'abord en naissant, tous les Objets pêle-mêle dans nos yeux ou sur nos yeux ;* & que ce n'est qu'après un certain tems, que nous nous habituons à les rapporter & à les placer à différentes distances hors de nous, en vertu d'un Instinct naturel qui supplée à la Raison, & qui en tient lieu à certains égards, dans la plus tendre enfance. (*Mét.* 4, 15, 21.)

Nous allons faire voir que les *trois Causes* que nous assignons, sont propres à nous faire évaluer & apprécier le différent éloignement des Objets exposés à notre vue.

I°. L'*intensité de la Lumiere* que darde un Corps lumineux ou que réfléchit un Corps éclairé, diminue, comme le quarré de la distance augmente. (898).

Donc la percussion de la Lumiere sur l'œil, percussion toujours proportionnelle à sa densité, doit s'affoiblir dans la même proportion. Donc la Lumiere dardée ou réfléchie par un Objet, doit produire sur notre œil une impression d'autant plus vive & plus forte, que l'objet est moins éloigné de nous ; une impression d'autant moins vive & moins forte, que l'objet est plus éloigné de nous.

Donc l'intensité de la Lumiere, & l'impression plus ou moins sensible qu'elle fait sur nos yeux, doivent être une Regle propre à nous faire évaluer le plus ou le moins d'éloignement qu'a l'Objet qui darde ou qui réfléchit cette lumiere dans nos yeux.

II°. Le *nombre & la grandeur des Corps* que nous voyons placés entre notre œil & l'Objet dont nous voulons estimer l'éloignement, est aussi un moyen propre à nous faire évaluer sa distance. Notre œil, qui apperçoit entre lui & un Objet éloigné, un grand nombre de Corps saillans, dont l'usage & l'expérience nous ont fait connoître la grandeur, saisit plus aisément l'intervalle qui le sépare de cet objet éloigné : parce que *cet Intervalle*, partagé en plusieurs portions isolées & bien marquées, donne moins de prise à la confusion & à l'erreur ; & que les portions mieux connues de cet intervalle, se convertissent facilement dans l'esprit en une somme totale, qui représente à peu près la totalité de l'intervalle ou de la distance qu'il falloit apprécier.

Par exemple, un Objet situé à l'extrémité d'une grande Plaine uniforme, ou à une grande distance au milieu de la Mer, nous paroît toujours considérablement moins éloigné qu'il ne l'est en effet : parce que, entre cet objet & nous, il n'y a rien qui nous marque bien les portions de cet espace. Mais que l'on place entre cet objet & nous, un grand nombre de villages dans la Plaine, un grand nombre de Vaisseaux sur la

Mer ! L'éloignement apparent de cet objet, deviendra ſenſiblement plus grand ; & approchera beaucoup plus de l'éloignement vrai & réel : parce que les différentes portions de cet eſpace, ſeront mieux marquées & mieux préſentées à l'eſprit.

III°. Il n'eſt pas moins certain que le plus ou le moins de *Convergence dans les Axes optiques*, qui vont ſe réunir à chaque point viſible d'un objet, nous ſert à juger de l'éloignement de cet objet. Car un Inſtinct naturel nous apprend à rapporter les Objets qui ſe peignent dans nos yeux, au point où vont ſe réunir les Axes optiques ; par exemple, au point D, ou au point E. (*Fig.* 33).

Or, plus un Objet eſt éloigné, moins les Axes optiques AE & BE, ont de convergence : ils ſe réuniſſent à un plus grand éloignement E ; & c'eſt-là que nous plaçons l'objet. Au contraire, plus un objet eſt près de nous, plus les axes optiques AD & BD, ont de convergence : ils ſe réuniſſent à un moindre éloignement D ; & c'eſt-là que nous rapportons naturellement cet objet.

IV°. Quand la diſtance de l'Objet à nous, devient immenſement grande ; nous ceſſons de l'évaluer : parce qu'à un certain éloignement, les Axes optiques AE & BE deviennent ſenſiblement paralleles ; & que dans le Triangle AEB, la baſe conſtante AB devient comme nulle par rapport aux côtés AE & BE.

C'eſt pour cette raiſon que nous confondons l'*éloignement des Planetes & des Etoiles* ; dont les rayons, qui forment nos Axes optiques, n'ont point une convergence ſuffiſante pour rendre ſenſible à nos yeux, leur différent éloignement.

L'intenſité de la Lumiere, dardée ou réfléchie par ces Corps céleſtes, ne peut pas ſuppléer ici au défaut des Axes optiques : parce que nous ne ſommes pas habitués à eſtimer par le moyen de l'Inſtinct naturel,

l'intenſité plus ou moins grande que doit avoir la Lumiere à de telles diſtances, qui ſont toujours ſenſiblement les mêmes pour nous.

928. REMARQUE. On peut auſſi, *par le moyen d'un ſeul Œil*, eſtimer à peu près la diſtance des Objets : mais cette eſtimation eſt toujours plus difficile & moins exacte. (*Fig.* 13.)

Cette eſtimation, quand l'Objet n'eſt pas fort éloigné, ſe fait par le moyen des angles RCA & RCB; que font les rayons CA & CB ſur l'Axe optique unique RC. Sur quoi voici deux obſervations à faire. (*Fig.* 33).

I°. On verra l'Objet D dans la ligne AD*a*, ſi on le regarde avec un ſeul œil A; dans la ligne BD*b*, ſi on le regarde avec un ſeul œil B; dans la ligne CD*c*, ſi on le fixe à la fois avec les deux yeux A & B. (*Fig.* 33).

II°. Soit au point D, à une diſtance de trois ou quatre pieds, une *Bague ſuſpendue par un fil :* en telle ſorte que le plan de cette bague ſoit dans la direction CD, & que l'œil ne puiſſe point voir ſon ouverture.

Si l'on prend un bâton terminé par une petite baguette tranſverſale, propre à enfiler l'ouverture de la Bague : on réuſſira aiſément à porter la baguette tranſverſale dans la Bague D ; ſi on le tente, en fixant la Bague avec les deux yeux. Mais ſi l'on tente la même choſe, en fermant un œil : la Baguette tranſverſale ſera toujours ou preſque toujours portée en-deçà ou en-delà de la Bague : ce qui fait voir combien la *Convergence des deux Axes optiques en D*, ſert dans l'eſtimation des diſtances.

APPLICATION DE CES DIVERS AXIOMES OU DE CES DIVERS PRINCIPES, A LA VISION.

929. COROLLAIRE I. *Deux Lignes ou deux Surfaces paralleles*

paralleles doivent paroître convergentes à un Œil qui les observe étant placé entre elles ; & si ces deux Lignes ou ces deux Surfaces sont d'une longueur immense, elles doivent paroître se toucher dans l'extrémité opposée à l'œil. (Fig. 26).

EXPLICATION. Soient deux Rangs d'Arbres paralleles MN & RS, entre lesquels se trouve placé l'œil A.

I°. La *Distance toujours égale*, qui sépare les Arbres correspondans, doit paroître à l'œil, d'autant plus grande, que les arbres sont plus près de lui ; d'autant plus petite, que les arbres sont plus loin de lui.

Car l'œil A voit la distance qui sépare les deux premiers arbres correspondans, sous l'Angle optique 1 A 1 ; la distance qui sépare les deux arbres suivans de chaque rang, sous l'angle optique 2 A 2 ; la distance qui sépare les deux cinquiemes arbres correspondans de chaque rang, sous l'angle optique 5 A 5.

Or, *ces Angles optiques* vont en décroissant, depuis le premier jusqu'au dernier : donc les espaces qu'ils interceptent, qui sont les distances des Arbres correspondans, doivent paroître décroître comme ces Angles optiques. (917).

Donc les Lignes paralleles MN & RS, doivent paroître convergentes, doivent paroître se rapprocher : à mesure qu'elles s'éloignent de l'œil.

II°. Si les deux extrémités N & S de ces Lignes ou de ces Surfaces paralleles, sont immensement éloignées de l'œil : elles doivent paroître se toucher. Car, à un immense éloignement de l'œil, la distance constante NS est vue sous l'Angle optique NAS, lequel sera comme infiniment petit, si les deux côtés AN & AS sont immensement grands. (916)

Ainsi, la distance NS, d'une lieue, de cent lieues,

de cinquante millions de lieues, vue sous un Angle optique d'environ vingt secondes, sera invisible à la vue; & les deux points N & S, qui ne paroîtront point sensiblement séparés, paroîtront se confondre en un seul & même point. (921).

On conçoit par-là que deux Etoiles, éloignées l'une de l'autre de cinquante ou de cent millions de lieues, doivent paroître contiguës dans le Ciel: parce que l'espace qui les sépare l'une de l'autre, est comme infiniment petit en comparaison de l'espace qui les sépare de nous, & qu'à la distance des étoiles, un espace de cinquante ou de cent millions de lieues, n'est pas assez considérable, à beaucoup près, pour terminer un arc de vingt secondes de degré: arc sous lequel les objets & les distances sont déjà insensibles à la vue, du moins dans les Objets terrestres.

930. REMARQUE. Cette Théorie expérimentale s'applique, comme d'elle-même, à une foule de Phénomenes intéressans. (*Fig.* 26).

I°. C'est ainsi que tout *Quarré-long*, par exemple, une grande Avenue formée par deux rangs d'arbres paralleles, une longue Galerie formée par deux murs paralleles, une vaste Prairie renfermée entre deux canaux paralleles, nous semble se rétrécir vers l'extrémité opposée à celle d'où nous le considérons: parce que la distance par-tout la même entre ce Quarré, se trace à notre œil sous un plus grand angle optique près de nous; sous des angles optiques toujours moindres, loin de nous.

II°. C'est par la même raison, qu'étant placé sur le bord d'un Lac de quatre ou cinq cens toises de diametre, au lieu de voir la *Surface de l'eau* dans l'horison sensible, comme elle y est en effet, on s'imagine que cette surface s'éleve, à mesure qu'elle s'éloigne davantage.

Car, supposons que la ligne RS représente la *Surface de l'eau.* Quoiqu'il n'y ait ici qu'une seule Ligne ou un seul Plan RS : l'Œil placé en A, à la hauteur d'environ cinq pieds, supplée à la ligne ou au plan parallele qui manque, par la *direction de son Regard AB*, qu'il darde parallélement à la ligne RS. Supposant ensuite immobile & invariable dans sa hauteur, cette ligne AB : il estime par-tout la distance de l'eau à cette ligne, par les Angles optiques interceptés entre cette ligne AB & la surface de l'eau.

Ainsi, comme *cette Distance* est vue successivement sous les Angles optiques décroissans BAR, BA1 ; BA2, BA3, BA4, BA5 : elle paroîtra décroître, à mesure qu'elle s'éloigne de l'œil ; & la surface de l'eau, paroîtra s'approcher de plus en plus de la ligne AB, que l'œil suppose à une hauteur invariable.

III°. Si les deux lignes MN & RS représentent le Plafond & le Pavé d'une très-longue Galerie ; la ligne MN paroîtra s'abaisser, à mesure qu'elle s'éloigne de l'œil : parce que l'œil compare la hauteur MN à la *direction AB de son Regard*, qu'il juge à une hauteur toujours constante ; & que, d'après cette supposition, il voit la *distance du Plafond à cette ligne AB*, sous les angles optiques décroissans BAM, BA2, BA3, BA5.

IV°. C'est par la même raison encore, qu'une suite de *Nuages paralleles à l'horison*, paroît, dans un grand éloignement, s'abaisser de plus en plus vers l'horison.

L'œil rapporte la *distance de ces Nuages à l'horison* ; à une Ligne horisontale AB qu'il se trace ; & qui fait des angles d'autant plus petits avec la hauteur des nuages, que ces nuages sont plus éloignés de l'œil.

Par exemple, supposons que la ligne MN réponde à cinq Nuages élevés d'environ demi-lieue au-dessus de l'horison. L'œil, après avoir dardé son regard horisontal

AB, auquel il rapporte la hauteur des Nuages qu'il obſerve, voit la diſtance du premier nuage M à la ligne fixe AB, ſous l'angle optique BA1 ; la diſtance ou la hauteur du ſecond nuage, ſous l'angle optique moindre BA2; la diſtance ou la hauteur des nuages ſuivans, ſous les angles optiques toujours moindres BA3 BA4, BA5.

De ſorte que ſi la *hauteur du dernier Nuage N*, ne ſe préſente à l'œil, que ſous un angle de vingt ſecondes : cette hauteur de demi-lieue, devient inſenſible à la vue ; & le nuage N paroît raſer ou toucher l'horiſon AB.

931. COROLLAIRE II. *Si un Obſervateur, ſans s'en appercevoir, parcourt une Courbe autour d'un Point rayonnant ou éclairé, qui ſoit immobile : ce Point immobile paroîtra à l'Obſervateur, avoir tourné réellement autour de lui.* (Fig. 25).

EXPLICATION. Soit S, le Point immobile, lumineux ou illuminé : lequel étant placé dans le Ciel, ſera toujours vu dans un point du Firmament. Soit enſuite Z, l'œil de l'Obſervateur : œil qui parcourt la Courbe ZXPOZ autour du Point immobile S, ſans s'appercevoir de ſa révolution.

I°. On ſuppoſe ici que la partie *eZa* de l'œil, eſt toujours tournée & dirigée vers le Point rayonnant S, pendant tout le cours de ſa révolution autour du point S.

Quand l'œil eſt en Z : il voit le Point rayonnant en P, dans l'axe ou dans la direction du cône lumineux par lequel il eſt affecté. (912).

Quand l'œil a paſſé, ſans s'en appercevoir, de Z en X : il voit le Point rayonnant en O, dans la direction du Rayon lumineux XSO.

Quand l'œil ſe trouvera en P : il verra le Point rayonnant en Z ; & quand l'œil aura paſſé de P en O,

le Point rayonnant femblera avoir paffé de Z en X.

Le *Point rayonnant S* paroîtra donc à l'Obfervateur qui fe croit toujours immobile, avoir parcouru autour de lui la Courbe P O Z X P, avec un mouvement oppofé & égal à celui qu'il a lui-même.

II°. On voit ici l'explication anticipée d'un grand Phénomene aftronomique : favoir, *pourquoi le Soleil immobile au centre du Monde planétaire, paroît tourner chaque année autour de l'Ecliptique ;* tandis que c'eft la Terre qui fait chaque année fa révolution dans l'Ecliptique, autour du Soleil immobile.

932. COROLLAIRE III. *Si un Obfervateur tourne autour de lui-même dans un même lieu, fans s'appercevoir de fa révolution : un Point rayonnant immobile lui paroîtra avoir décrit autour de lui une Courbe dont le rayon fera la diftance de l'Obfervateur au Point rayonnant.* (Fig. 28).

EXPLICATION. Soit *a b c d*, l'Œil de l'obfervateur : lequel œil tourne fur lui-même dans la direction *a b c d*, autour du Centre immobile *n*. Soit enfuite S, le Point rayonnant ou éclairé, immobile au point S, dans le Ciel, par exemple. La Courbe SNOD fera la courbe que paroîtra décrire le Point immobile S.

Cette Courbe peut repréfenter ou l'Ecliptique, ou telle autre courbe que l'on voudra. Nous fuppoferons ici qu'elle repréfente l'horifon, dont le Point S fera l'occident ; & le point N, le nord. L'œil *a b c d* eft l'œil d'un homme qui étant droit ou affis fur un Point fixe *n*, fait horifontalement une révolution fur lui-même, du nord au couchant, au midi, au levant, & au nord, fans s'appercevoir de fa révolution.

Suppofons d'abord que l'Œil *a b c d* eft tout *Prunelle* & tout *Rétine ;* Prunelle, du côté du Point rayonnant ; Rétine, du côté oppofé au Point rayonnant : en telle forte que dans fa révolution il puiffe

toujours être affecté par le Rayon lumineux qui passe par son centre *n*.

I°. L'œil placé & fixé en *n*, voit d'abord l'objet S dans la ligne *c n a* S, à l'occident S. Et comme il se croit immobile ; il jugera nécessairement que l'Objet S aura changé de place, quand la Lumiere dardée par cet objet, affectera sa Rétine dans un point différent du point *c* : puisque les Objets sont toujours vus & rapportés dans la ligne droite, menée du point où la retine est affectée, par le centre de la prunelle, vers l'Objet tracé dans l'œil.

II°. Quand le point *a* de l'œil aura passé au point *b* : le point *d* sera en *a*, & le point *b* en *c*. Alors le rayon lumineux affectera la rétine en *b* ; & ce point lumineux sera vu dans la ligne droite *b n d* prolongée jusqu'en S.

Comme l'œil se croit immobile, & qu'au lieu d'être affecté comme auparavant par la lumiere de l'objet en *c*, il est affecté en *b* : il jugera nécessairement que l'objet S a passé de S en N, en parcourant l'arc SN, de l'occident au nord : arc égal & opposé à l'arc *a b* qu'il a parcouru lui-même, de l'occident au midi.

III°. Quand le point *c* aura passé en *a* : le rayon lumineux affectera la rétine en *a*. L'œil verra le point rayonnant dans la ligne *a n c* prolongée jusqu'en S, qui paroîtra être en O.

Comme l'œil se croit encore immobile, il jugera que l'objet S, qui étoit en N, a passé de N en O, en parcourant l'arc N O, du nord à l'orient.

IV. Quand le point *b* aura à son tour passé en *a* : le rayon lumineux affectera la rétine en *d*. L'objet rayonnant sera vu dans la ligne *d n b* prolongée jusqu'au point S qui paroîtra être en M ; & l'objet S semblera encore avoir parcouru l'arc O M, de l'orient au midi.

V°. Si l'Œil est toujours à la même distance de l'objet S : il voit toujours cet objet à la même distance de lui ; savoir, au sommet du Cône lumineux *a* S ; & la Courbe que paroît avoir décrit autour de l'œil le Point immobile S, est un cercle.

Comme pendant la révolution *a b c d* de l'Œil, le rayon lumineux affecte successivement tous les points de la rétine, & que l'objet ou le point rayonnant est toujours vu à l'extrémité du rayon lumineux : le Point rayonnant S sera vu successivement à l'extrémité des lignes *c n a* S, *b n d* N, *a n c* O, *d n b* M.

Ce Point rayonnant S, ou si c'est un Corps qui présente à l'œil une assez grande surface, chaque point sensible de l'Objet lumineux ou illuminé S, paroîtra donc avoir décrit autour de l'Œil qui se croit immobile, une Courbe dans un sens opposé à la révolution *a b c d* de l'œil.

EXPLICATION II. Nous avons supposé que l'Œil de l'Observateur, est tout prunelle & tout rétine : pour rendre plus simple & plus intelligible l'explication & la démonstration de cet important Corollaire. Il nous reste à faire voir que cette Supposition n'altere & ne détruit en rien, la Vérité que nous venons d'expliquer & d'établir.

L'Observateur tourné d'abord vers le Point rayonnant S, apperçoit ce point S par le moyen du rayon S *a n c*, qui passe par le milieu de sa prunelle, & qui affecte le milieu de sa rétine *c* ; & il rapporte ce Point rayonnant vers quelqu'un des principaux Points du Monde, à l'occident, par exemple. Comme l'Observateur se croit persévéramment immobile : il regarde toujours *comme Occident*, le point d'où doit partir le rayon lumineux pour passer par le milieu de sa prunelle, & pour affecter le milieu de sa rétine. Par conséquent, (*Fig.* 28) :

I°. Quand la prunelle *a* aura paſſé en *b* : l'Obſervateur devra regarder comme occident, le point M ; & comme nord, le point S qui n'a plus qu'une direction très-oblique vers ſa prunelle.

L'*Objet rayonnant* paroîtra donc avoir quitté l'occident ; & avoir reculé de tout l'arc MS, de l'occident au nord.

II°. Quand la prunelle *a* aura paſſé en *c* : l'Obſervateur doit regarder comme occident, le point O ; & comme orient, le point diamétralement oppoſé à ſa prunelle, le point S.

L'Objet rayonnant S paroîtra donc avoir reculé de tout l'arc O M S, en allant de l'occident au nord, & du nord à l'orient ; & ainſi du reſte de la révolution.

Cette explication & cette démonſtration ſont très-ſimples en elles-mêmes : mais elles exigent une grande attention ſur les dépendances de la révolution de l'œil.

III°. Ce Corollaire ſert à rendre raiſon d'un grand Phénomene aſtronomique : ſavoir *pourquoi le Soleil & les Etoiles paroiſſent tourner chaque jour autour de la Terre ;* tandis que c'eſt la Terre elle-même, qui tourne chaque jour, avec tous ſes habitans, ſur ſon Axe ; les Etoiles & le Soleil reſtant immobiles.

933. REMARQUE. Ce même Corollaire ſert encore à rendre raiſon d'une *Illuſion optique*, que l'on éprouve aſſez fréquemment. Par exemple, aſſis ſur une Barque & emporté rapidement par le courant d'une Riviere, fixez immobilement vos regards ſur le Rivage voiſin : vous verrez le Rivage s'enfuir derriere vous, avec une vîteſſe proportionnelle à celle de la Barque qui vous porte.

La raiſon en eſt, que la Lumiere réfléchie par les Objets qui bordent le rivage, tombe ſucceſſivement

sur différens points de votre Rétine, laquelle participe au mouvement de la barque. D'où il s'ensuit que tandis que vous vous regardez comme immobile dans votre barque; vous devez rapporter sans cesse le même Objet, à de nouveaux points du Ciel ou de l'horison. Par exemple, (*Fig.* 27):

Soit RS, le cours de la Riviere, du couchant au levant. Votre œil en *a r*, frappé par le rayon T *r*, dans le milieu de sa rétine, rapportera l'objet T au nord. Votre œil en *d m*, se croyant toujours en *r*, frappé par le rayon T *n* hors du milieu de sa rétine, jugera que l'objet T a reculé vers le couchant d'une quantité correspondante à l'angle *m d n*; ou que l'objet T, a successivement parcouru en avançant vers le couchant, l'espace T V.

934. COROLLAIRE IV. *Quand les Objets sont fort éloignés de l'œil; la Vision doit devenir foible & confuse: l'œil ne doit plus saisir ni la vraie figure, ni la vraie position, ni le vrai éloignement des objets.*

EXPLICATION. La raison en est, que les différentes parties des *Objets fort éloignés*, se présentent à l'œil sous de fort petits angles optiques; se tracent dans la Rétine, sous des images très-petites & très-peu éclairées. Par exemple:

I°. Une *Tour quarrée* paroît cylindrique, quand elle est vue de fort loin: parce que les rayons qu'elle réfléchit, allant toujours en se raréfiant & en s'affoiblissant à mesure qu'ils s'éloignent du Point réfléchissant, ne sont plus assez sensibles & assez efficaces pour tracer nettement & distinctement dans l'œil, les angles qui la terminent: ce qui fait qu'elle se trace dans l'œil comme sans angles, & par-là même comme cylindrique.

II°. Un *rang d'Arbres en demi-cercle*, paroît, dans un grand éloignement, être en droite ligne: parce que

dans un grand éloignement, la lumiere réfléchie par les arbres un peu plus éloignés, est sensiblement égale en densité, à la lumiere réfléchie par les arbres un peu moins éloignés ; & que les *Axes optiques* qui vont se réunir à chaque point sensible de chaque arbre, sont trop peu différens en convergence, pour faire sentir que tel arbre est un peu plus ou un peu moins éloigné que tel autre arbre.

Les différentes causes qui nous font apprécier l'*éloignement des Objets*, n'ont donc pas assez de prise sur nous dans le cas dont nous parlons : pour nous faire sentir la différence d'éloignement, qu'il y a de nous à chaque arbre séparément pris, dans ce rang d'Arbres circulaire. (927).

III°. Quand *un Lustre*, qui n'a qu'une seule bougie allumée, tourne sur lui-même vers le fond d'une grande Salle : la Bougie qui tourne circulairement, paroît à un Spectateur placé fort loin à l'extrémité de cette Salle, décrire alternativement une ligne droite sur le mur opposé.

La raison en est, que nous rapportons les objets à l'extrêmité du rayon lumineux qui affecte notre œil (912) ; & que la somme de tous les rayons lumineux qui affectent notre œil pendant la révolution circulaire de la Bougie allumée, se termine sur le mur opposé, en différens points qui forment sensiblement une ligne droite.

Divers Problêmes sur la Vision.

935. LEMME. *La Lumiere qu'un Astre darde ou réfléchit dans nos yeux, doit être plus foible, quand l'Astre est près de l'Horison; plus vive & plus forte, quand l'Astre s'est élevé vers le Méridien.* (Fig. 35).

EXPLICATION. La Terre est enveloppée d'une grande Masse d'air, qui s'éleve en se raréfiant, à en-

viron quinze ou seize lieues au-dessus de sa surface ; & qui est toujours chargée, du moins dans sa partie inférieure, d'une grande quantité de Vapeurs & d'Exhalaisons. (645 & 743).

Soit T, le Globe terrestre; *antxgva*, l'Atmosphere qui enveloppe ce Globe; S, le Soleil ou la Lune ou tel autre Astre, dans l'horison ; Z, le Soleil dans le Méridien ; *ma*, la hauteur de l'Atmosphere ; *m*, un Œil dirigé tantôt vers S, tantôt vers Z.

I°. Il est évident que cet amas d'Air, de Vapeurs, d'Exhalaisons, qui forme l'Atmosphere *atxga*, doit d'autant plus affoiblir la lumiere d'un Astre, par exemple, du Soleil, d'une Planete, d'une Comete, qu'il s'oppose en plus longue & plus volumineuse masse aux rayons de cet astre.

II°. Or, il est clair que lorsque le Soleil, par exemple, est en S dans l'horison ; il faut que ses rayons, pour aller éclairer un œil en *m*, traversent l'Atmosphere terrestre dans toute la longueur *mn* : au lieu que, lorsque le Soleil est vers le Zénith, dans le Méridien *maZ*, ses rayons n'ont à traverser l'Atmosphere terrestre, que dans la longueur *am* beaucoup plus courte.

D'où il résulte que la *lumiere du Soleil*, dans l'horison, doit être plus affoiblie, moins vive & moins forte, que dans le Méridien.

III°. On peut dire la même chose, de la lumiere de la Lune, des Planetes, des Cometes, des Etoiles.

Sur ce Lemme, est fondée en partie, l'explication des Phénomenes suivans.

936. PROBLÊME I. *Expliquer pourquoi la Lune & le Soleil nous paroissent plus grands dans l'Horison, que dans le Méridien.* (Fig. 36).

SOLUTION. Le Soleil placé dans l'Horison en A, ou dans le Méridien en D, est toujours sensiblement,

pendant un même jour, à la même distance de l'œil R, autour duquel il décrit ou il paroît décrire un Cercle, dont RA & RD sont les rayons.

Ce même objet, ou le Soleil, abstraction faite de la Réfraction astronomique qui n'entre pour rien dans ce Phénomene, est vu pendant toute sa révolution diurne, sous le même Angle optique mRn, yRx, zRy. On peut dire la même chose de la Lune placée successivement en A, en B, en D.

Pourquoi ces deux Astres paroissent-ils cependant plus grands en A qu'en B, en B qu'en D? Ce Phénomene surprenant paroît dépendre conjointement de plusieurs Causes, que nous allons exposer & examiner.

I°. Le Soleil & la Lune, placés dans l'horison ou près de l'horison, dardent dans nos yeux une lumiere moins vive, & se montrent communément séparés de nous par un grand nombre de corps; & par là, nous les jugeons *plus éloignés de nous* dans l'horison, qu'au-dessus de l'horison & près du méridien, où leur Lumiere est plus forte, & où aucun Corps visible ne les sépare de nous. (935 & 927).

Le Soleil dans l'Horison, nous paroît en A: le Soleil en B, nous paroît en *b*: le Soleil dans le Méridien en D, nous paroît en *d*. Or, toutes choses étant égales d'ailleurs, guidés par un Instinct naturel & invincible, nous jugeons d'*autant plus grand*, un Objet quelconque; que cet Objet, vu sous le même Angle optique, nous paroît plus éloigné.

Par exemple, quand deux Arbres ou deux Bâtimens se présentent à nos yeux sous le même Angle optique: nous jugeons naturellement d'autant plus grand l'un de ces deux Objets, qu'il nous paroît placé plus loin de nous.

Donc en supposant que le Soleil ou la Lune dans l'Horison & dans le Méridien, se tracent dans notre Rétine sous la même image & sous le même angle

optique : ces deux Aſtres doivent nous paroître *plus grands* dans l'Horiſon où ils ſont cenſés plus éloignés, que dans le Méridien où ils ſont cenſés conſidérablement moins éloignés.

II°. En vain objecteroit-on contre *cette Explication*, que la grandeur apparente des Objets ABD, doit être proportionnelle à la grandeur des Angles optiques ſous leſquels ils ſe montrent à nous, & qui ſont toujours les mêmes en A, en B, en D. Car nous avons déjà obſervé que la grandeur des Angles optiques, n'eſt pas la ſeule Regle de nos jugemens ſur la grandeur des Corps ; & que l'inſtinct, l'habitude, l'expérience, la réflexion, nous ont appris à déroger naturellement à cette Regle, quand les objets qui ſe montrent à nous ſous le même Angle optique, nous paroiſſent placés à différentes diſtances de nous. (920).

Par exemple, *mon Doigt*, placé à une certaine diſtance devant mon œil, ſe préſente à moi ſous un Angle optique auſſi grand que celui ſous lequel je vois la *Montagne voiſine*. Je ne juge pas cependant que mon Doigt & la Montagne voiſine, ſoient de même grandeur : parce que l'expérience & l'habitude de voir, m'ont appris qu'un même Objet d'une grandeur conſtante, me paroît d'autant plus petit, ſans changer intrinſéquement de grandeur, qu'il ſe montre à moi dans un plus grand éloignement ; & que cette maniere de voir, s'eſt convertie dans moi en nature.

L'*Eloignement connu* m'aide donc à juger de la grandeur d'un Objet ; & l'idée de cet éloignement, modifie, rectifie, transforme, ſans que je m'en apperçoive, *les Idées & les Jugemens* que devroient faire naître en moi les Angles optiques ſous leſquels ſe montre un Objet. Je juge donc d'autant plus grand un même Objet ; que je le juge plus éloigné, en le voyant toujours ſous un même Angle optique.

Or la Lune & le Soleil, toujours vus chacun pen-

dant un même jour sous le même Angle optique ; nous paroissent *plus éloignés* de nous dans l'Horison, où leur Lumiere moins vive & plus foible annonce une plus grande distance ; que dans le Méridien, où leur Lumiere plus dense & plus vive, annonce une plus grande proximité : donc nous devons juger *plus grands*, ces deux Astres ; quand nous les voyons en A dans l'Horison, que lorsque nous les voyons en D dans le Méridien, ou en B entre le Méridien & l'Horison.

III°. Notre Prunelle se dilate & se resserre naturellement, sans que nous y fassions attention : selon que l'exigent les fonctions & les besoins de notre œil. Elle se dilate, quand la lumiere est plus foible ; elle se resserre ou se rétrécit, quand la lumiere est plus dense & plus vive. En se resserrant, elle doit diminuer ; en se dilatant, elle doit augmenter la *grandeur de l'Image*, que l'objet visible trace dans l'œil.

Donc le Soleil & la Lune, vus dans l'Horison, doivent se peindre dans un œil bien organisé, sous une image un peu plus grande ; que quand ils sont vus dans le Méridien.

Muschenbroek prétend que ces deux Astres, vus à travers de longs Tubes sans Verres, qui les montrent isolés, paroissent de même grandeur dans l'Horison & dans le Méridien. Mais d'autres Physiciens contredisent cette prétention ; & assurent que ces deux Astres, vus à travers des Tubes de différens diametres, leur ont toujours paru plus grands dans l'Horison, que dans le Méridien.

IV°. Le Soleil & la Lune ne paroissent pas toujours de même grandeur, dans la même position relativement à l'Horison & au Méridien. Par exemple, la *pleine Lune* dans l'Horison, à la même distance de la Terre, paroît tantôt plus & tantôt moins grande.

Cette différence ne pourroit-elle pas avoir pour

cause, des différens états de l'Atmosphere : laquelle tantôt plus & tantôt moins chargée de Vapeurs & d'Exhalaisons, réfracte tantôt plus & tantôt moins les Rayons qui partent des extrémités de cet Astre, & qui vont le tracer dans l'œil, avec une lumiere plus ou moins vive, & sous des Angles optiques plus ou moins grands ? Dans ce cas, l'Atmosphere feroit la fonction de certains *Verres optiques*, qui augmentent ou diminuent la grandeur des Objets.

Mais il seroit absurde d'attribuer le Phénomene dont il est ici question, à la simple *Réfraction astronomique :* parce que cette Réfraction, loin de faire paroître le diametre vertical de l'Astre, *plus grand* dans l'Horison que dans le Méridien, doit produire un effet précisément contraire : comme nous l'observerons ailleurs. (1230).

937. PROBLÊME II. *Expliquer pourquoi le Ciel nous paroît, dans une belle nuit, comme une Voûte surbaissée, dont le Rayon horisontal est deux ou trois fois plus grand que le Rayon vertical.* (Fig. 36).

SOLUTION. Nous ne considérerons dans cette Voûte surbaissée, que la révolution de la Lune. Il sera facile d'appliquer la même théorie, à la révolution de chaque Planete & de chaque Etoile.

1°. Nous venons de voir que la Lune doit nous paroître plus éloignée, dans l'Horison que dans le Méridien. Donc en supposant que la Lune se trace toujours dans notre Œil sous le même Angle optique, en passant de l'Horison au Méridien :

Quand la Lune sera dans l'horison, où elle brille d'une Lumiere moins vive, & où elle se montre séparée de nous par un grand nombre de Corps ; nous la verrons plus éloignée & sous un plus grand diametre en A.

Quand la Lune sera notablement au-dessus de l'ho-

rison, par exemple à 45 degrés d'élévation en B : sa Lumiere devenue plus vive nous déterminera à juger qu'elle s'est approchée de nous ; & nous la verrons moins éloignée & sous un moindre diametre en *b*.

Quand enfin la Lune atteindra le Méridien, sa Lumiere devenue encore plus vive & plus dense nous fera juger qu'elle s'est encore notablement approchée de nous ; & nous la verrons beaucoup moins éloignée & sous un diametre toujours moindre, en *d*.

Cet *Eloignement toujours décroissant en apparence*, forme la Courbe surbaissée A*bd*, qui représente à l'Œil R la route de la Lune.

II°. On peut dire la même chose, de la *Révolution réelle ou apparente des Planetes & des Etoiles* ; qui, brillant d'une moindre lumiere dans l'Horison que dans le Méridien, paroissent toutes moins éloignées dans le méridien que dans l'horison ; & semblent décrire chacune une Courbe surbaissée, semblable à la Courbe A*bd*.

La *somme de toutes ces Courbes*, forme la *Voûte surbaissée*, que nous appellons le Firmament.

938. **PROBLÊME III.** *Expliquer pourquoi le Ciel, dans une belle nuit, nous paroît comme une Voûte azurée.*

SOLUTION. Dans une belle nuit, nous voyons onze ou douze cents Points lumineux, parsemés dans le Vide immense des Cieux, comme attachés & fixés à une Voûte surbaissee & azurée, laquelle n'est rien de réel. Tel est le Phénomene dont il s'agit de rendre raison.

I°. Quoique, parmi ces Points lumineux, Planetes ou Etoiles, les uns soient incomparablement plus éloignés de nous, que les autres ; cependant comme toutes ces distances sont immensement grandes, notre œil doit les confondre toutes : parce qu'il

n'a

n'a aucune Regle fixe d'après laquelle il puisse les évaluer & les discerner. (927).

Notre Œil rapporte donc ces différens Points lumineux à différens points du Ciel, dans la ligne que suit le rayon qui l'affecte ; mais à une distance commune, quand leur position est la même.

II°. Comme l'*espace intercepté entre deux Points lumineux*, par exemple, entre deux Etoiles voisines l'une de l'autre, ne darde dans nos yeux aucune Lumiere : cet Espace ne se peint point sensiblement dans notre Rétine.

Or, comme nous sommes habitués sur la Terre, à trouver des Corps opaques dans l'*Espace ténébreux* qui sépare deux Corps éclairés : nous généralisons naturellement cette maniere de voir ; & nous nous imaginons que la même chose a lieu dans le Ciel.

La *seule Réflexion*, souvent plus tardive & moins puissante que l'Habitude & le Préjugé, peut corriger & réformer les Idées & les Jugemens qui dérivent de ces deux Sources, de l'Habitude & du Préjugé.

III°. La Lumiere dardée par les Etoiles ou réfléchie par les Planetes, se divise & s'éparpille en partie, en traversant l'Atmosphere qui nous sépare des Corps célestes.

Cette *portion de Lumiere*, éparpillée par l'Atmosphere, après avoir essuyé différentes réflexions dans le Fluide qui nous enveloppe, arrive dans notre Œil sous une infinité de directions différentes ; qui vont se terminer à tous les Points sensibles de l'Espace céleste. (*Fig*. 35).

Delà, dans notre Œil, une impression très-foible mais relative à tous les Points de cet Espace céleste ; & assez semblable à l'impression que fait sur nos yeux, l'infiniment petite portion de Lumiere que répercutent les Corps ténébreux sur la Terre.

IV°. Les Rayons qui doivent être les plus détour-

nés de leur route, les plus éparpillés dans l'Atmosphere, sont ceux qui sont les plus réflexibles & les plus réfrangibles : ce sont par-là même, les rayons verds, bleus, pourpres, violets ; dont le mélange répond assez bien à la Couleur sous laquelle nous voyons les Espaces célestes. (866).

Delà, cette *Voûte azurée*, qui nous paroît surbaissée, ainsi que la Courbe de chaque point lumineux : parce que la Lumiere éparpillée qui nous trace ces espaces, est plus foible dans l'horison ; moins foible, en allant de l'horison au méridien vers le zénith. (937).

IDÉE DE LA PERSPECTIVE.

939. DÉFINITION. La *Perspective* est la science ou l'art de tracer sur une Surface, un Objet ou un nombre d'Objets ; tels qu'ils seroient vus naturellement à travers la surface où l'on veut les dessiner ou les peindre, si cette surface étoit transparente.

La *Perspective* met en surface, ce qui est en relief dans la Nature. L'*Optique*, par le moyen d'un Miroir plan & d'une Loupe convenable, met ensuite en relief, ce qui est en surface dans les dessins de la Perspective.

940. PROBLÊME I. *Dessiner un petit Espace horisontal, sur un Plan vertical.* (Fig. 38).

SOLUTION. Soit un *rang d'Arbres MN*, à dessiner sur un Plan vertical *m n*, comme étant vu du point A.

I°. Le Plan vertical *mn* étant supposé transparent : le premier espace FN seroit vu sous l'angle optique NAF ; le second espace F G, sous l'angle optique F A G. Le premier angle étant plus grand que le second : cet espace FN doit être peint sur le Plan & dans le Dessin *m n*, sous une grandeur proportionnellement plus considérable.

II°. Par la même raison, le premier arbre N, quoi-

qu'égal au dernier M, doit être tracé dans le dessin sous un angle optique NA*r* plus grand que l'angle optique MA*t*, qui intercepte le dernier arbre.

941. PROBLÊME II. *Dessiner une Plage considérable, dans laquelle se trouvent des Prairies, des Rivieres, des Bois, des Montagnes, des Villages.* (Fig. 39).

SOLUTION. Après avoir choisi un *Point de vue convenable*, d'où l'on puisse découvrir & appercevoir nettement toute la Plage à dessiner : on aura un Rectangle RS, divisé par de petits cordons de fil ou de soie, en un grand nombre de petits quarrés égaux. On placera ce rectangle près de l'œil, devant la Plage à dessiner ; & on observera d'un même point de vue, où l'Œil sera fixe, les Objets répandus dans cette Plage, à travers les petits quarrés 1, 2, 9, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *h*.

I°. Ce Rectangle RS étant placé verticalemeut devant l'œil & près de l'œil, comme le petit Plan *m a* dans la trente-huitieme Figure : il servira à determiner la position respective des Objets situés dans la Plage à dessiner.

Il ne s'agit que d'observer exactement quel est le petit quarré *a* où commence, & quel est l'autre petit quarré *c* où finit la vue de chaque Objet : ce qui détermine la grandeur des Angles optiques sous lesquels sont vus les différens Objets ; & par-là même, la position respective & la grandeur relative qu'ils doivent avoir dans le Dessin.

II°. On aura ensuite une Toile ou une grande Feuille de papier, divisée en quarrés égaux, semblables à ceux du Rectangle R S ; & on tracera sur cette Toile ou sur ce Papier, les *Objets à dessiner*, dans les quarrés qui correspondent à ceux au travers desquels ils ont été vus dans le Rectangle RS.

Il est clair que l'on peut faire le Dessin aussi grand

& aussi petit que l'on voudra. Il ne s'agit que de faire les *quarrés du Dessin*, plus ou moins grands indéfiniment que ceux du Rectangle R S. (*Math.* 411).

III°. Après avoir donné à chaque Objet sur la Toile ou sur le Papier, sa position respective, sa grandeur apparente, les traits qui le terminent & qui le caractérisent : on ombrera convenablement chaque partie ; & on donnera à chaque Objet, avec la couleur qui lui convient, le dégré de Lumiere plus ou moins vive, qu'exige sa position & son éloignement.

942. REMARQUE. La *Perspective* est principalement la science des Peintres. C'est cette science qui leur apprend à faire paroître sur une simple Toile, par le moyen du Clair & de l'Obscur, de la lumiere & de l'ombre, des Lointains, des Enfoncemens, des Elévations ; que l'œil séduit est tenté de prendre pour des Objets réels, pour la Nature elle-même, vivante & animée. Pour opérer cette *Illusion optique*, sur une Toile plane :

I°. Ils tracent sous un plus grand Angle optique, les Objets qui doivent paroître plus près du Spectateur ; & sous un plus petit angle optique, lequel peut décroître à l'infini, les Objets qui doivent être apperçus dans un plus ou moins grand éloignement.

II°. Ils donnent des Lumieres & des Ombres plus fortes, aux Objets qui sont censés être plus près du Spectateur ; des Ombres & des Lumieres plus foibles, aux Objets qui doivent être apperçus dans un Lointain plus ou moins grand.

III°. Ils tracent, entre les Objets qui doivent être vus comme fort près & les Objets qui doivent être vus comme éloignés, un plus ou moins grand nombre de Corps d'une grandeur à peu près connue ; par exemple, des Villages, des Forêts, des Plaines, des Montagnes, des Nuages : ce qui détermine naturellement le Spectateur, à juger *fort éloignés*, les Objets

qui lui font tracés au-delà de ces différens Corps ; lesquels se présentent les premiers, comme plus grands, plus saillans, & plus éclairés.

On voit ici une Preuve bien sensible & bien décisive, de la Théorie que nous avons donnée sur l'influence des Angles optiques dans la Vision ; sur la maniere d'estimer & d'évaluer les Distances ; sur la différente densité de la Lumiere dardée ou réfléchie par les mêmes Objets tantôt plus & tantôt moins éloignés.

ARTICLE SECOND.

LA CATOPTRIQUE : OU PHÉNOMENES DE LA LUMIERE RÉFLÉCHIE.

943. DÉFINITION. LA *Catoptrique* est la science du Rayon réfléchi. Elle a pour objet, la Lumiere en tant que répercutée en vertu de son élasticité parfaite, par des Corps impénétrables à ses rayons.

Nous avons déjà jetté les fondemens de cette Science, dans la Théorie générale du Mouvement : en y donnant une idée nette & précise du Mouvement réfléchi, des Angles d'incidence, des Angles de réflexion : ce qui convient à la Lumiere ; ainsi qu'au reste des Corps élastiques. (393 & 394).

On peut prendre indifféremment pour *Angle d'incidence*, ou l'angle ACB, intercepté entre le Rayon incident & le Plan réfléchissant BCM ; ou l'angle ACD, intercepté entre le Rayon incident & la Perpendiculaire élevée sur le Plan au point d'incidence. (*Fig.* 34).

Si on prend pour Angle d'incidence, l'angle ACB : l'*Angle de réflexion*, sera MCN. Si on prend ACD pour l'angle d'incidence : DCN sera l'angle de réflexion.

DIVISION DE CE SECOND ARTICLE.

Pour mettre plus d'ordre & plus d'intelligibilité, dans tout ce qui concerne la *Catoptrique* : nous observerons d'abord la *Réflexion de la Lumiere*, dans sa plus grande généralité, & comme sous les mains de la Nature, sur une Surface quelconque impénétrable à ses Rayons. Nous observerons ensuite les divers Phénomenes de cette réflexion de la Lumiere, comme sous les mains de l'Art, dans les Miroirs à surface plane, dans les Miroirs à surface convexe ou à surface concave ; & nous finirons par examiner à quelle Cause physique peut & doit être attribuée cette réflexion de la Lumiere.

PARAGRAPHE PREMIER.

LA RÉFLEXION DE LA LUMIERE, ENVISAGÉE DANS SA PLUS GRANDE GÉNÉRALITÉ.

IL existe des Corps impénétrables à la Lumiere; & ces Corps, quelle que puisse en être la Cause physique, ont la propriété de la répercuter ou de la réfléchir selon des Loix fixes & invariables, qu'il est possible & qu'il est important de bien connoître. De là, la Catoptrique, ou la Science du Rayon réfléchi.

PROPOSITION FONDAMENTALE.

944. *De quelque maniere que tombe la Lumiere sur un Corps impénétrable à ses rayons : l'Angle de réflexion, est toujours égal à l'Angle d'incidence.* (Fig. 34).

DÉMONSTRATION I. La vérité de cette Proposition fondamentale, nous est constatée par l'Expérience. Car soit un *Rayon solaire AC*, introduit dans une chambre par le moyen d'un Tube cylindrique inséré dans le Volet d'une fenêtre. L'expérience démontre que

sous quelque angle que ce Rayon tombe sur le *Miroir plan C* : il s'y réfléchit, en faisant un angle de réflexion, parfaitement égal à l'angle d'incidence.

Que ce Miroir soit ou parallele ou perpendiculaire ou incliné à l'horison, la chose est indifférente : l'effet est toujours le même. L'*Angle de réflexion*, mesuré avec la plus scrupuleuse exactitude, se trouve toujours avoir le même nombre de degrés, de minutes, de secondes, que l'*Angle d'incidence*. L'angle ACB est toujours parfaitement égal à l'angle MCN : de même, l'angle ACD est toujours parfaitement égal à l'angle DCN.

DÉMONSTRATION II. La vérité de cette même Proposition, nous est également constatée par la Raison. Car elle est une dépendance évidente de la théorie générale du Mouvement : comme il est aisé de le faire voir.

I°. Que d'un *Point lumineux S*, un Rayon SC soit dardé perpendiculairement sur une Surface impénétrable quelconque C, plane ou courbe.

Il est clair que ce *Rayon SC* n'a, relativement à cette surface, qu'une unique espece de Mouvement ; savoir, le Mouvement perpendiculaire SC. Donc si ce Rayon est parfaitement élastique, comme l'expérience démontre qu'il l'est en effet ; il doit se réfléchir uniquement sur lui-même : parce que la Réaction est toujours diamétralement opposée à l'Action (327) ; & que ce Rayon n'a aucune cause qui puisse le déterminer à se porter à gauche ou à droite de la ligne CS.

II°. Que d'un *autre Point lumineux A*, un Rayon AC soit dardé avec une obliquité quelconque sur une Surface impénétrable BCM.

On conçoit que ce *Rayon AC*, relativement à cette surface, a équivalemment un double Mouvement ;

ſavoir, un Mouvement AD, parallele à la ſurface; & un Mouvement AB, perpendiculaire à la même ſurface; & qu'en vertu de ces deux Forces conſpirantes, il doit décrire dans ſon incidence, la diagonale AC.

Or, aucun de ces deux Mouvemens ne périt dans la percuſſion : puiſque le *Mouvement parallele AD*, ne rencontre aucun obſtacle ſur le Plan; & que le *Mouvement perpendiculaire AB*, totalement détruit par la réſiſtance du Plan C, eſt totalement reproduit en un ſens contraire, par l'élaſticité ou la réaction du Rayon.

D'où il s'enſuit que le *Rayon oblique AC*, après la rencontre de la Surface impénétrable C, conſerve les deux mêmes quantités de Mouvement qu'il avoit avant le choc; ſavoir, un *Mouvement CM*, parallele à la ſurface réfléchiſſante; & un *Mouvement CD*, perpendiculaire à cette même ſurface. Donc ce Rayon réfléchi en C, doit décrire la diagonale CN; en vertu des deux forces conſpirantes CM=AD, & CD=AB.

III°. Il réſulte de là, que l'*Angle d'incidence ACD*, & l'*Angle de réflexion DCN*, ſont parfaitement égaux. Car dans les Triangles ACD & DCN, d'abord le côté CD eſt commun. Enſuite les côtés AD & DN ſont égaux; puiſqu'ils ſont formés par le mouvement parallele du Rayon, lequel eſt toujours le même avant & après la rencontre du Plan qui ne lui réſiſte en rien. Enfin les côtés AC & NC ſont auſſi égaux : puiſqu'ils ſont produits par la même combinaiſon de deux forces conſpirantes, l'une parallele & l'autre perpendiculaire au Plan réfléchiſſant. Ces deux triangles ACD & DCN ont donc leurs trois côtés reſpectivement égaux.

Or, il eſt évident que dans deux Triangles, dont les trois côtés homologues ſont égaux, les angles correſpondans ſont auſſi reſpectivement égaux. Donc l'angle ACD eſt égal à l'angle DCN : donc l'angle

A C B, complément du premier, est aussi égal à l'angle NCM, complément du second. Donc les angles d'incidence, sont parfaitement égaux aux angles de réflexion. C. Q. F. D.

LOIX GÉNÉRALES DE LA CATOPTRIQUE.

945. OBSERVATION. Les *Surfaces réfléchissantes* peuvent être, ou planes, ou convexes, ou concaves, ou mixtes; c'est-à-dire, en partie planes & en partie courbes. Dans tous les cas possibles d'incidence; (*Fig.* 37):

I°. *Un Rayon dardé perpendiculairement sur une Surface impénétrable, plane ou convexe ou concave, ou conique ou cylindrique, & ainsi du reste, rejaillit toujours sur lui-même, après la rencontre de cette Surface.*

La raison en est, que ce Rayon n'a d'autre mouvement relativement à la surface qu'il rencontre, que le Mouvement perpendiculaire; lequel est détruit par la résistance de la surface impénétrable, & reproduit en un sens contraire par l'élasticité propre à la Lumiere.

II°. *Les Rayons qui tombent obliquement sur des Surfaces impénétrables, planes ou convexes ou concaves ou coniques ou cylindriques, rejaillissent toujours en faisant chacun à part, sur le Point de la surface qu'ils rencontrent, Point que l'on doit considérer comme une surface plane infiniment petite, un Angle de réflexion, égal à l'Angle d'incidence*: ce qui n'est, comme on le voit aisément, qu'une Application ou un Corollaire de la Proposition fondamentale que nous venons de démontrer.

DIRECTION DU RAYON RÉFLÉCHI.

946. EXPÉRIENCE. Si sur un Miroir quelconque M, on fait tomber obliquement un Rayon de lumiere; on trouvera, (*Fig.* 37):

I°. Que *le Rayon incident AM, & le Rayon réfléchi MR, sont toujours dans un même Plan BAFM, perpendiculaire au Miroir réfléchissant M.*

II°. Que si le Miroir réfléchissant M est convexe ou concave : *un Plan mené dans la direction du Rayon incident & du Rayon réfléchi, passera par le centre de courbure de ce Miroir* ; en C, par exemple.

III°. Qu'étant donnée la position de l'Œil R, de l'Objet lumineux ou illuminé A, & d'un Miroir plan BMF : si on mene les Perpendiculaires BA & FR, sur le Plan du Miroir, & les deux Droites BR & FA ; *le Point réfléchissant du Miroir sera en M*, dans la Perpendiculaire menée du Point d'intersection D de ces deux Droites BR & FA, sur le Miroir plan BMF.

IMPARFAIT PARALLÉLISME DES RAYONS SOLAIRES.

947. EXPÉRIENCE. Soient à un Volet de fenêtre VV, *deux Tubes cylindriques*, paralleles entre eux, d'environ trois ou quatre lignes de diametre, à travers lesquelles passeront *deux Rayons solaires AB & DE*, qui iront tomber obliquement sur le Miroir plan MN. (*Fig.* 40).

EFFETS. I°. Ces Rayons solaires AB & DE seront *sensiblement paralleles dans leur incidence* : si la distance du volet au miroir est peu considérable. Ils seront aussi *sensiblement paralleles dans leur réflexion* : tant qu'ils ne seront pas fort éloignés des points réfléchissans du Miroir.

II°. Ces *Rayons réfléchis BC & EF* paroissent enfin sensiblement s'approcher l'un de l'autre, à mesure qu'ils s'éloignent considérablement & de plus en plus des Points réfléchissans. De sorte que si en *n*, à huit ou dix pieds du Miroir, ils sont éloignés l'un de l'autre pré-

cisément d'un pouce, comme en *a* : en *x*, à environ mille pieds du Miroir, ils se toucheront ou ne seront plus éloignés l'un de l'autre que de quelques lignes.

III°. Si on mesure le *Diametre* de l'un des deux Rayons réfléchis, en *n* près du miroir, & en *x* fort loin du miroir : on trouvera que le Rayon B C, par exemple, a moins de largeur en *n* qu'en *x* ; & que ce *Rayon B C* au lieu d'être un Cylindre, est un Cône tronqué, lequel va en s'ouvrant & s'écartant de plus en plus, à mesure qu'il s'éloigne du point réfléchissant B.

De là il résulte que les Filets lumineux qui forment un Rayon solaire, ne sont point parfaitement paralleles dans leur réflexion ; & par là même, qu'ils ne sont point parfaitement paralleles dans leur incidence : ainsi que nous allons l'observer & l'expliquer dans le Corollaire suivant.

948. COROLLAIRE. *Dans un Rayon solaire que réfléchit un Miroir plan, les Filets lumineux ont entre eux une petite divergence ; qui, insensible dans une petite étendue, devient à la fin sensible, à force de croître de plus en plus dans une grande étendue.* (Fig. 41).

EXPLICATION. I°. Le Soleil se montre à nous dans le Ciel, sous un *Angle optique A D B* d'environ 32 minutes : ce qui fait que les Rayons dardés de toutes les extrêmités de cet astre sur un même Point réfléchissant D du Miroir plan MN, sont *un peu convergens* ; & forment un Cône lumineux A D B, dont la pointe est appuyée sur le Point réfléchissant D, & dont la base est tout le disque A B du Soleil.

II°. Le Filet lumineux A D, qui part de l'extrêmité supérieure du Soleil, atteint le Miroir plan en D, sous l'angle d'incidence A D M ; & se réfléchit sous un angle égal N D *a*.

L'autre Filet lumineux B D, qui part de l'extrêmité inférieure du Soleil, atteint le Miroir en D, sous l'angle d'incidence B D M, plus petit que l'angle A D M, d'environ 32 minutes; & se réfléchit sous un angle N D *b* égal à B D M, & moindre que l'angle N D *a* d'environ 32 minutes.

De là une divergence dans cette touffe *a* D *b* de Filets lumineux; laquelle embrasse un espace toujours croissant à mesure que les Rayons réfléchis d'un même point D, s'éloignent de plus en plus du Point réfléchissant.

III°. Si au Point R tombe un semblable Cône lumineux A R B : ce Cône réfléchi produira le Cône *v* R *x*

Comme ces deux Cônes *a* D *b* & *v* R *x*, ne different que fort peu de la figure cylindrique, à cause du peu de divergence des Filets lumineux qui les composent : ces deux Cônes paroissent deux cylindres paralleles, près des Points réfléchissans D & R. Mais ils cessent de paroître paralleles, quand ils sont considérablement éloignés de ces mêmes Points réfléchissans.

IV°. On conçoit par là pourquoi *la Lumiere du Soleil, réfléchie par un Miroir plan, occupe un espace toujours plus grand : à mesure qu'elle s'éloigne de plus en plus du Miroir réfléchissant.*

La raison en est, que chaque point du Miroir, réfléchit une touffe de Rayons divergens *a* D *b* & *v* R *x*; & que la somme de toutes ces touffes divergentes, va former une image du Soleil toujours croissante, à différentes distances du Miroir.

948. II°. REMARQUE. De cet *imparfait Parallélisme des Rayons solaires*, tel que nous venons de le montrer; résulte l'explication d'un *petit Phénomene*, qui paroît d'abord très-surprenant; mais qui cesse de le

paroître, quand on le ramene aux vrais Principes des choses. (*Fig.* 40 & 41).

I°. Ce petit Phénomene consiste en ce que, si on reçoit la *Lumiere du Soleil*, à travers une *Ouverture triangulaire*, par exemple, que l'on aura pratiquée dans un Volet de fenêtre fermée : cette Lumiere, qui forme d'abord une image triangulaire sur le Plan qui la reçoit auprès de l'ouverture triangulaire, finit toujours par former une *Image circulaire*, quand le Plan qui la reçoit, se trouve notablement éloigné de la fenêtre d'où elle émane.

II°. La raison de ce petit phénomene, c'est que les Cônes lumineux B D A & B R A, qui partent des extrémités du Soleil, & qui passent par les angles de l'*Ouverture triangulaire*, vont en s'ouvrant & en divergeant de plus en plus, après avoir croisé leurs Filets lumineux aux Points D & R, qui peuvent représenter l'Ouverture triangulaire du Volet de fenêtre.

Les Cônes lumineux *a* D *b* & *v* R *x*, en s'ouvrant de plus en plus à mesure qu'ils s'éloignent de leurs sommets D & R, parviennent bientôt à mordre ou à enjamber les uns sur les autres ; & finissent par se mêler & se confondre en plein les uns avec les autres dans leurs bases, qui sont toujours circulaires ; & qui portant chacune une *Image du Soleil*, en forment une Image commune & sensiblement circulaire.

PARAGRAPHE SECOND.

PHÉNOMENES DE LA LUMIERE RÉFLÉCHIE, DANS LES MIROIRS PLANS.

949. EXPÉRIENCE. QUAND plusieurs Rayons tombent obliquement sur différens Points d'un même Miroir à surface plane :

I°. Si ces Rayons A B & D E sont *paralleles dans leur incidence* : ils restent paralleles dans leur réflexion B C & E F. (*Fig.* 40 & 42).

II°. Si ces Rayons A *n* & A *m* sont plus ou moins *divergens dans leur incidence* sur le Miroir RZ : ils sont réfléchis avec la même divergence *n* N & *m* O.

III°. Si ces Rayons A *n* & B *v* sont plus ou moins *convergens dans leur incidence*, sans coïncider sur le même point du Miroir : ils se réfléchissent en conservant la même convergence *n* N & *v* N.

IV°. Si les Rayons convergens AD & BD *coïncident* sur le même point du Miroir : ils se réfléchissent avec une divergence égale à la convergence qu'ils avoient avant leur réflexion. (*Fig.* 41).

La raison en est, que les Rayons qui tombent sur les Miroirs plans, rencontrent par-tout une *Surface uniformément unie*, sur laquelle ils forment par-tout des angles de réflexion, égaux aux angles d'incidence : ce qui doit nécessairement leur conserver, après la rencontre du Plan réfléchissant, ou le même parallélisme, ou la même divergence, ou la même convergence qu'ils avoient avant leur incidence.

PROPOSITION FONDAMENTALE.

950. Si on place devant un Miroir plan R Z, un Objet quelconque A B, (*Fig.* 42) :

I°. *L'Image de l'Objet, paroîtra enfoncée derriere le Miroir, à une distance du Miroir, égale à celle de l'Objet au Miroir.*

II°. *Cette Image sera parfaitement égale & ressemblante à l'Objet.*

III°. *Cette Image se trouvera dans la même assiette que l'Objet : avec cette différence cependant, que les parties qui sont à droite dans l'Objet, seront à gauche dans l'Image.*

EXPLICATION. Nous avons déjà observé que les Objets lumineux ou illuminés tracent *leur Image dans notre Rétine*; & que cette Image des Objets dans notre Rétine, n'est autre chose, qu'un plus ou un moins d'ombre & de lumiere. (909 & 911).

Quand nous regardons directement *un Objet* : c'est cet objet même que nous voyons, par le moyen de son image tracée dans notre rétine. Mais quand nous regardons ce même objet dans un Miroir, nous n'appercevons que son image ou son fantôme derriere le Miroir, où l'objet n'est pas.

C'est cette Image ou ce Fantôme, qu'il s'agit ici d'examiner & d'expliquer dans toutes les particularités que nous venons d'annoncer, & que nous allons démontrer séparément.

DÉMONSTRATION I. *L'Image de l'Objet, doit avoir derriere le Miroir, le même éloignement qu'a l'Objet devant le miroir.*

I°. De tous les Points sensibles de l'Objet éclairé AB, sont répercutés en tout sens des Cônes lumineux, dont plusieurs se portent en ligne droite sur la surface plane du Miroir RZ; & que cette surface répercute par-tout, en faisant faire à chaque Rayon un angle de réflexion, égal à son angle propre d'incidence. (892 & 944).

La même théorie auroit lieu : si l'Objet AB étoit un Corps lumineux, & non un Corps simplement illuminé ou éclairé.

II°. Parmi tous les rayons divergens qui partent du point A comme d'un centre de sphere, & qui vont se réfléchir sur tous les points du Miroir plan RZ; il n'y en a qu'une très-petite portion *n*A*m*, qui réfléchie sous des angles égaux aux angles d'incidence, soit portée dans l'oeil NO. (*Fig.* 42).

Les autres Rayons partis du point A, en faisant

sur ce Miroir des angles de réflexion égaux à leurs angles d'incidence, sont répercutés ou au-dessus ou au-dessous ou à côté de l'œil N O : ils sont donc perdus pour cet œil ; & c'est pour cette raison que nous en faisons ici abstraction.

III°. Comme nous rapportons naturellement les Objets, à l'extrémité du Cône lumineux qui affecte notre œil : nous devons rapporter le Point A de l'Objet, au point *a* où vont se réunir les lignes N*n* & O*m*, qui circonscrivent le Cône lumineux N*nm*O, par lequel le Point A affecte notre œil & se peint dans notre rétine. (912).

Par la même raison, le Point B de l'Objet, vu par le moyen des rayons B*v*N, B*s*O, sera rapporté en *b*, derriere le Miroir.

La même théorie par où l'on démontre que les Points extrêmes A & B de l'objet, doivent être vus en *a*, en *b* derriere le Miroir, fera voir que les autres Points intermédiaires E du même objet, doivent paroître respectivement dans une position intermédiaire en *e* derriere le Miroir.

IV°. Il reste à faire voir que l'Image *ab* est & doit être éloignée de la surface du miroir, autant précisément que l'est l'Objet AB : ce qui est fort facile.

Car, comme les Rayons A*n*, A*m*, B*v*, B*s*, font chacun sur le Plan du Miroir, un angle de réflexion, égal à leur angle d'incidence : il est clair que les Rayons A*n* & A*m*, que les autres Rayons B*v* & B*s*, parviennent dans l'Œil N O, après la réflexion, avec la même divergence qu'ils avoient dans leur incidence sur le Miroir. (944 & 949).

Le Cône imaginaire *man* est donc parfaitement égal au Cône réel *m*A*n* : comme le Cône imaginaire *sbv* est parfaitement égal au Cône réel *s*B*v*.

Pour avoir à cet égard, la *Preuve de superposition* ; transportons par la pensée, le cône lumineux *v*A*m*, que

que le miroir réfléchit dans l'œil, ſur le cône fictice *n a m*, que l'imagination ſe forme derriere le miroir ; & l'autre cône lumineux *v* B *x*, ſur le cône fictice ou imaginaire *v b s*.

Les deux Cônes lumineux & réels, dont le ſommet aboutit à l'objet AB, tomberont ſur les deux Cônes fictices ou imaginaires, dont le ſommet aboutit à l'image *a b*.

Or, les extrémités des deux derniers, ſont les points où nous rapportons, derriere le miroir, *chaque point du Fantôme ou de l'Image de l'Objet AB* (912) : donc chaque point de cette Image ou de ce Fantôme, eſt autant éloigné de la ſurface réfléchiſſante derriere le Miroir, que l'eſt l'Objet lui-même, devant le Miroir. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. *L'Image de l'Objet, doit paroître égale & reſſemblante à l'Objet.*

I°. Je dis d'abord, que l'Image *a b* doit paroître de même grandeur que l'objet AB. Car, comme le Miroir plan ne change point la convergence des rayons réflechis A *n* & B *v*, qui partent des extrémités A & B de l'objet ; & que la grandeur apparente des Objets réels ou imaginaires, dépend & réſulte de la grandeur de l'Angle optique ſous lequel ils ſont apperçus, (916 & 949) :

Il eſt clair que l'Image *a b*, apperçue ſous l'angle optique *a* N *b*, doit paroître avoir la même grandeur préciſe, qu'auroit l'objet AB placé en *a b* ; ou que paroîtroit avoir l'objet AB, vu du point *x*, ſous l'angle optique A *x* B, égal à l'angle optique *a* N *b*.

II°. Je dis enſuite, que l'Image *a b* doit paroître reſſemblante à l'objet. Car, comme le Miroir plan, non coloré, réfléchit uniformément les rayons que l'objet AB lui envoie : les parties plus éclairées de l'objet, ſeront plus éclairées dans l'image ; les par-

ties colorées d'une façon dans l'objet, feront colorées de la même façon dans l'image. D'où il s'enfuit que toutes les parties de l'image, feront éclairées, colorées, figurées, terminées, comme les parties correfpondantes de l'objet C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION III. *L'Image doit avoir le même ordre & la même pofition de parties, que l'Objet.*

I°. Comme le Miroir plan ne change point l'ordre & l'arrangement des *Rayons qu'il réfléchit* : il eft clair que la partie fupérieure *a* de l'Image, doit correfpondre à la partie fupérieure A de l'Objet ; que la partie inférieure *b* de l'Image, doit correfpondre à la partie inférieure B de l'Objet. (*Fig.* 42).

II°. Cependant, comme l'Image eft produite par les Rayons qui partent des différens points plus ou moins éclairés de l'Objet ; il s'enfuit que l'image & l'objet doivent préfenter à l'Œil, la même partie éclairée. D'où il réfulte que *la Partie qui eft à droite dans l'objet, doit être à gauche dans l'image :* comme fi l'image étoit la *Contre-épreuve de l'objet ;* & comme on le voit arriver, quand deux Perfonnes font placées face à face, l'une vis-à-vis de l'autre. C. Q. F. D.

950. II°. REMARQUE. Si l'*Objet AB* n'eft pas parallele au Miroir RZ ; & que le point B, par exemple, en foit plus éloigné que le point A : l'*Image* fera inclinée au miroir, comme l'Objet ; & le point *b* de l'Image, fera plus éloigné du miroir que le point *a*, autant que le point B de l'objet, eft plus éloigné du miroir que le point A. (*Fig.* 42).

La raifon en eft, que les Cônes lumineux $nAm = nam$, & $vBs = vbs$, vont fe réunir en un même point, d'autant plus loin, qu'ils ont fait plus de chemin avant d'arriver dans l'œil NO. (914).

DIVERS COROLLAIRES.

De toute cette théorie de la Lumiere réfléchie, découlent différens Corollaires, que nous allons succinctement exposer & démontrer.

951. COROLLAIRE I. *Quand un Objet s'approche d'un Miroir plan, son Image paroît s'en approcher : quand ce même Objet s'éloigne du Miroir, son Image paroît s'en éloigner.* (Fig. 42).

EXPLICATION. La raison en est que le Cône lumineux *n* A *m*, qui va tracer dans l'Œil NO le point A, par exemple, après s'être réfléchi dans la direction *n* N & *m* O, se termine d'autant plus loin derriere la Glace, qu'il part de plus loin dans l'objet ; & réciproquement, se termine d'autant plus près derriere la Glace, qu'il part de plus près dans l'objet. (914).

Or, nous rapportons toujours chaque point visible d'un Objet, au point où va se terminer le Cône lumineux par lequel cet objet affecte notre œil. (912).

952. COROLLAIRE II. *Quand le Miroir & l'Objet sont paralleles, & que l'œil est éloigné du Miroir, autant que l'objet : la partie réfléchissante du Miroir, est de moitié plus petite que l'Objet & que l'Image.*

EXPLICATION. L'Objet AB seroit vu du point *x*, sous l'angle optique A *x* *B* : ce même objet est vu du point N, sous l'angle optique *a* N *b*.

La ligne *n v*, qui coupe par le milieu ces deux Angles optiques parallelement aux bases AB & *a b*, n'est que la moitié de ces bases, ou est de moitié plus petite que ces bases. (*Mat.* 405).

Or, la ligne *n v* embrasse la partie du Miroir qui réfléchit les rayons partis de l'objet AB, dans l'œil ON : donc la *partie réfléchissante du Miroir*, relativement à l'œil NO, est de moitié plus petite que l'Objet A B, & que l'Image *a b* égale à l'objet.

952. II°. REMARQUE. Il résulte delà, qu'*une Personne qui se regarde dans un Miroir*, ne peut s'y voir toute entiere : si le Miroir n'a pas au moins la moitié de sa hauteur & de sa largeur. (*Fig.* 42).

Elle pourra cependant voir dans le Miroir, des Objets de beaucoup plus grands qu'elle : pourvu qu'elle soit fort près & les objets fort loin du Miroir. La raison en est, que les lignes divergentes N*v*B & N*n*A, prolongées indéfiniment au-delà de l'Objet AB, pourront embrasser un objet d'une grandeur quelconque, qui sera peint dans l'œil NO, par la réflexion qu'opérera la partie *n v* du miroir.

953. COROLLAIRE III. *Si dans un Miroir plan, parallele à l'horison, on regarde un objet perpendiculaire à l'horison : l'Image de l'objet paroîtra perpendiculaire & renversée dans le Miroir.* (Fig. 46).

EXPLICATION. Soit RZ, le Miroir horisontal; AB, l'Objet vertical; GH, l'œil du Spectateur : *ba* sera l'Image de l'Objet.

I°. Le point A de l'objet, est peint dans l'œil GH, par les Rayons réfléchis A*r*G, A*s*H. Il sera donc vu en *a*, à l'extrémité des lignes ou des filets lumineux G*ra*, H*s a*, qui affectent l'œil. (912).

II°. De même, le point B de l'objet, est peint dans lœil GH, par les Rayons réfléchis B*m* G, B*n*H. Il sera donc vu en *b*, à l'extrémité des lignes ou des rayons G*mb*, H*n b*.

III°. On conçoit aisément que les autres points intermédiaires de l'objet, doivent être représentés dans une position correspondante dans l'Image *b a*, droite & renversée : le point E de l'objet, sera peint en *e* dans l'image.

954. COROLLAIRE IV. *Si dans un Miroir plan, incliné à l'horison sous un angle de 45 degrés, on regarde*

un Objet perpendiculaire à l'horison: l'Image de cet objet, paroîtra horisontale dans le Miroir. (Fig. 44).

EXPLICATION. Soit RZ, le Miroir; AB, l'Objet vertical; GH, l'œil du Spectateur: *ab* sera l'image de l'objet.

I°. Le point A de l'objet, est peint dans l'œil GH, par les Rayons réfléchis A*x*H & A*s*G; & il est vu en *a*, au point où coïncident les rayons prolongés G*s* & H*x*.

II°. De même, le point B de l'objet, est peint dans l'œil GH, par les Rayons réfléchis B*m*H & B*n*G; & il est vu en *b*.

III°. Les points intermédiaires D de l'objet, seront représentés dans des points correspondans *d* de l'image horisontale *a b*.

955. COROLLAIRE V. *Quand un Miroir plan tourne sur lui-même devant un Objet: l'Image de cet objet, fait une fois plus de chemin, que quand c'est l'Objet lui-même qui se meut autour du Miroir immobile.*

EXPLICATION. Quand un Objet vertical est représenté dans un Miroir perpendiculaire à l'horison: l'Image de cet objet, est parallele au Miroir. Mais le Miroir vient-il à s'incliner de 45 degrés vers l'horison? L'image de l'objet, parcourt dans le même sens que le Miroir, un arc de 90 degrés, & devient parallele à l'horison. Le Miroir continue-t-il à se mouvoir, jusqu'à ce qu'il ait parcouru un arc de 90 degrés, & soit devenu parallele à l'horison? L'image de l'objet parcourt pendant le même tems une demi-circonférence; & devient totalement renversée perpendiculairement à l'horison. *L'Image a donc un Mouvement double de celui du Miroir.*

La raison en est, que le Rayon réfléchi, quand le Miroir se meut, se déplace & en raison de l'*Angle*

d'incidence, & en raison de l'*Angle de réflexion* : d'où il arrive que le rayon Réfléchi, qui peint l'objet dans l'œil, a doublement le mouvement du Miroir ; & donne à l'Image, un mouvement deux fois plus grand que celui du Miroir. Par exemple, (*Fig.* 45) :

I°. Soit le Miroir plan MR, sur lequel tombe le Rayon SN. Ce Rayon, en faisant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, se portera dans un œil en V ; & l'objet S sera vu en *s*, à l'extrémité du rayon VN. (912).

Si le Miroir, tournant sur lui-même au point N, s'incline de dix degrés, de MR en *mr* ; l'angle d'incidence SN*m*, sera plus petit de 10 degrés M*m*, que l'angle précédent d'incidence SNM : l'angle de réflexion XN*r*, sera donc aussi plus petit de 10 degrés, que l'angle précédent de réflexion VNR.

Otez à cet *Angle VNR*, dix degrés VT, à cause de l'inclination R*r* du Miroir ; & dix degrés TX, à cause de la réflexion du rayon sur le Miroir : il restera l'angle XNR, qui joint à l'angle RN*r*, formera l'angle de réflexion *r*NX du Rayon SN sur le miroir *mr*. Le rayon SN se portera dans un œil en X, & l'objet S sera vu en *x*.

L'*Image de l'objet*, paroîtra donc avoir parcouru l'arc *stx* de 20 degrés ; tandis que le Miroir n'aura parcouru que l'arc M*m* ou R*r*, de 10 degrés : donc l'Image aura eu un Mouvement double de celui du Miroir.

II°. Soit le Miroir plan MR, perpendiculaire à l'horison : tandis que l'objet S & l'œil O restent immobiles aux mêmes points. (*Fig.* 48).

Un Rayon SNO rend visible à l'œil O l'objet S en *s*. Un autre Rayon SVT va se perdre en T au-dessous de l'œil O.

Que le Miroir MR s'incline en *mr* ! Le Rayon SNO se réfléchira vers P au-dessus de l'œil ; & l'autre rayon

SVT, qui se réfléchissoit vers T quand le miroir étoit vertical, s'approchera de l'œil O à mesure que le Miroir s'incline, avec un mouvement double de celui du Miroir, comme nous venons de l'expliquer; & deviendra le rayon S *a* O, qui rendra sensible & visible l'objet S en *x*.

L'*Image de l'Objet*, paroîtra donc avoir parcouru l'arc *sx*, double de l'arc M *m* qu'a parcouru le Miroir.

956. COROLLAIRE VI. *Si on dispose plusieurs Miroirs plans, en telle sorte que chaque Miroir réfléchisse un Rayon émané d'un même Objet dans un même Œil: l'image de cet objet sera vue directement autant de fois, qu'il y a de Miroirs réfléchissans.*

EXPLICATION. La raison en est, qu'un objet est vu à l'extrémité de tous les Cônes lumineux qui le tracent dans l'œil. (912).

957. COROLLAIRE VII. *L'image d'un Objet, peut se répéter plusieurs fois dans un même Miroir plan.*(Fig. 43).

EXPLICATION. Il s'agit ici de rendre raison de cette *brillante Illusion optique*, que produisent deux Glaces élevées parallelement l'une vis-à-vis de l'autre, dans un même appartement.

Un *Lustre suspendu entre ces deux Glaces*, répete plusieurs fois son image dans une même Glace; & présente une foule de Lustres dans le même allignement. La *premiere Image* est plus claire & moins éloignée; la seconde, moins claire & plus éloignée; & ainsi de suite, jusqu'à ce que les réflexions des rayons, d'une Glace à l'autre, soient assez réitérées, pour que la Lumiere de plus en plus affoiblie, cesse de faire une impression sensible sur l'œil.

Soient deux Glaces paralleles MR & TZ, entre lesquelles, à égale distance de part & d'autre, se trouvera une *Bougie allumée* ou *tel autre Objet visible S.*

Cet objet darde ou répercute en tout sens des rayons, dont une partie se réfléchit plusieurs fois de la premiere Glace MR sur la seconde TZ ; & de la seconde sur la premiere.

I°. L'Œil placé en O, voit l'image de l'objet S en *a*, par le moyen du Rayon une seule fois réfléchi SXO.

Cette *premiere Image* est autant éloignée derriere la Glace MR, que l'objet S est éloigné devant la même Glace. (950).

II°. L'Œil O voit ensuite l'image de l'objet S en *b*, par le moyen du Rayon deux fois réfléchi S*tv*O.

Cette *seconde Image* est deux fois plus enfoncée ou plus éloignée derriere le miroir, que la précédente : parce que le rayon deux fois réfléchi S*tv*O qui la trace à l'œil, a fait deux fois plus de chemin que le rayon SXO. (914).

Cette seconde image *b* est moins claire que la premiere *a* : parce que le rayon qui la forme, a souffert deux réflexions qui l'ont affoibli ; & a parcouru un double chemin, en se raréfiant & en perdant de plus en plus de sa densité. (898).

III°. L'Œil O voit encore l'image de l'objet S en *c*, par le moyen du Rayon trois fois réfléchi S*pqr*O.

Cette *troisieme Image* paroît moins claire & trois fois plus éloignée : parce que le rayon qui la trace à l'œil, a fait trois fois plus de chemin que le premier.

IV°. L'Œil O voit encore l'image de l'objet S en *d*, par le moyen du rayon quatre fois réfléchi S*klmn*O.

Cette *quatrieme Image* est moins claire & plus éloignée que les précédentes : parce que le rayon qui la trace à l'œil, a souffert plus de réflexions & a parcouru plus de chemin que les rayons précédens.

V°. L'Œil O verra encore d'autres images de l'objet S, dans l'alignement *aef*, par le moyen d'autres rayons

qui auront été renvoyés cinq, six, sept, huit fois d'une Glace à l'autre.

Mais, comme cette Lumiere va toujours en s'affoiblissant, à mesure qu'elle s'éloigne de l'objet lumineux ou illuminé, & qu'elle essuie plus de réflexions : il arrive enfin, qu'après un certain nombre de réflexions d'une Glace à l'autre, elle cesse de faire sur l'œil, une impression assez sensible pour y tracer l'*Image de l'objet S*. Plus la lumiere de l'objet S est vive, & plus les deux Glaces sont voisines : plus est grand le nombre des images, dans l'alignement *a b c d e f*.

958. REMARQUE. On peut observer & se rendre bien sensibles les particularités du *Phénomene que nous venons d'expliquer*, par le moyen de deux petits Miroirs plans, entre lesquels on tiendra une Bougie allumée.

I°. Si la Bougie S est également éloignée des deux Glaces MR & TZ : les Images *b c d e* seront egalement espacées, ou placées à égale distance l'une de l'autre.

II°. Si la Bougie S est rouge du côté de la Glace MR, & blanche du côté de la glace TZ : la premiere image *a* sera rouge ; la seconde *b*, sera blanche ; la troisieme *c* sera rouge ; la quatrieme *d*, sera blanche ; & ainsi de suite. (*Fig.* 43).

Le contraire arriveroit, si l'Œil étoit tourné vers la glace TZ, dans laquelle il verroit une *semblable suite d'Images* ; dont la premiere seroit blanche, la seconde rouge, la troisieme blanche, la quatrieme rouge ; & ainsi de suite.

La raison en est, que chaque Glace réfléchit d'abord dans l'œil, les Rayons qui partent de la partie de l'objet tournée vers elle.

III°. Si l'Objet S s'approche ou s'éloigne de la Glace MR : la premiere image *a* s'en approche ou s'en éloigne également. (951).

IV°. Quand l'Objet S se trouve placé fort près

de la Glace MR, & fort loin de l'autre glace TZ : la premiere Image *a*, vue fort près de la Glace, est fort éloignée de la seconde image *b*; parce que le Rayon deux fois réfléchi S*tv*O a fait un chemin considérablement plus grand que le Rayon une seule fois réfléchi SXO. (914).

Mais la troisieme image *c* est peu éloignée de la seconde *b* : parce qu'alors le Rayon trois fois réfléchi S*pqr* O, ne fait guere plus de chemin que le rayon deux fois réfléchi S*tv*O.

Dans ce cas, c'est-à-dire, quand la Bougie est fort près de l'une des deux Glaces paralleles, & fort éloignée de l'autre : les Images se présentent à l'œil, comme un rang de *Colonnes accouplées*, isolées & rangées par paires, de distance en distance.

PARAGRAPHE SECOND.

PHÉNOMENES DE LA LUMIERE RÉFLÉCHIE, DANS LES MIROIRS CONVEXES ET DANS LES MIROIRS CONCAVES.

959. DESCRIPTION I. UN *Miroir convexe* est un segment convexe ABP d'une Sphere plus ou moins grande indéfiniment, d'une matiere impénétrable à la Lumiere, parfaitement poli dans sa courbure extérieure qui forme ce Miroir. (*Fig.* 50).

Le point C est le Centre de courbure : le point P en est le Pole; la ligne indéfinie PCD en est l'Axe.

960. DESCRIPTION II. Un *Miroir concave* est un segment concave MPR d'une Sphere plus ou moins grande indéfiniment, d'une matiere impénétrable à la Lumiere, & parfaitement poli dans sa surface intérieure qui forme ce Miroir. (*Fig.* 52).

Selon Wolf, les Miroirs concaves, qui sont por-

tions de très-grandes Spheres, ne doivent être qu'un ſegment MPR d'environ dix-huit degrés : les Miroirs concaves, qui ſont portions de ſpheres très-petites, peuvent embraſſer environ trente degrés de la circonférence.

I°. Dans un Miroir concave, on nomme *Centre de courbure*, le centre C de la Sphere MRDM plus ou moins grande indéfiniment, qu'embraſſeroit la courbure continuée MPR de ce Miroir.

II°. On nomme *Pole du Miroir*, un point P également éloigné de tous les points qui terminent la ſection circulaire RMR du Miroir. (*Fig.* 52).

III°. On nomme *Axe du Miroir*, une ligne droite indéfinie P C N, qui paſſe par le Pole P & par le Centre C de courbure.

IV°. On nomme *Foyer du Miroir*, un petit eſpace F, où ſe réuniſſent & où coïncident les Rayons paralleles, réfléchis par le Miroir concave. Cette dénomination de foyer, vient de ce que les rayons du Soleil, réfléchis par le miroir concave, brûlent les Corps placés à ce point F ou à tel autre point où ils coïncident.

961. DESCRIPTION III. Un *Miroir cylindrique* eſt un miroir dont la ſurface réfléchiſſante imite la figure d'un Cylindre. Un *Miroir conique* a la figure d'un Cône dans ſa partie réfléchiſſante. On conçoit par là, comment on peut ſe former aiſément une idée des *autres Miroirs de réflexion*, qui doivent être tous d'une matiere impénétrable à la Lumiere. (*Fig.* 58 & 60).

I°. Les Miroirs convexes, concaves, cylindriques, pyramidaux, ſont ordinairement de métal. La matiere dont on fait ces Miroirs métalliques, eſt communément une compoſition de huit parties de cuivre, de cinq parties de marcaſſite, d'une partie d'étain, auxquelles on ajoute quelquefois une petite quantité d'antimoine & de ſel ammoniac.

II°. Comme les *effets de ces Miroirs*, dépendent uniquement de la réflexion des rayons de la Lumiere : il est clair que toute matiere propre à réfléchir la Lumiere, peut servir à faire des Miroirs de réflexion, convexes & concaves. On en fait de Carton doré ou argenté, qui ont assez d'efficacité. On en fait aussi de de Verre ou de Crystal, que l'on étame de la même maniere que les Glaces ordinaires.

DIVERSES EXPÉRIENCES SUR LES MIROIRS CONVEXES ET SUR LES MIROIRS CONCAVES.

962. EXPÉRIENCE I. *Quand plusieurs Rayons lumineux sont dardés ou réfléchis obliquement sur un Miroir convexe K V H*, (Fig. 53) :

I°. Si ces Rayons A*a* R*r* sont *paralleles dans leur incidence* : ils seront divergens dans leur réflexion *a b* & *r s*.

II°. Si ces Rayons *b a* & *s r* sont *convergens dans leur incidence*, sans avoir leur direction au centre de courbure C : ils seront réfléchis moins convergens *a* A & *r* R.

Cette diminution de convergence, peut aller jusqu'à les rendre paralleles ou divergens dans leur réflexion *a* A & *r* R ou *r t*.

Si les Rayons convergens qui tombent sur un Miroir convexe, avoient leur direction au centre C de courbure : ils seroient perpendiculaires au Miroir, & ils seroient réfléchis chacun sur eux-mêmes. (944).

III°. Si ces Rayons T *a* & T *r* sont *divergens dans leur incidence* : ils seront réfléchis encore plus divergens *a v* & *r z*.

IV°. La raison de ces effets, c'est qu'*un Miroir convexe K V H*, doit être considéré comme composé d'une infinité de petites Surfaces planes *a* & *r*; dont chacune a une situation ou une position divergente, relativement à celle qui l'avoisine.

Donc chaque Rayon doit être réfléchi diversement, en faisant toujours sur l'infiniment petite surface *a* ou *r* qu'il rencontre, un angle de réflexion, égal à l'angle de son incidence propre sur cette Surface infiniment petite. (944).

963. EXPÉRIENCE II. *Quand plusieurs Rayons lumineux sont dardés ou réfléchis obliquement sur un Miroir concave K P H*, (Fig. 53):

I°. Si ces Rayons M *m* & N *n* sont *paralleles dans leur incidence* : ils seront convergens dans leur réflexion *m* X & *n* X.

II°. Si ces Rayons M *m* & N *n* sont plus ou moins *convergens dans leur incidence* : ils deviendront encore plus convergens dans leur réfléxion : ce qui pourra les faire rencontrer & coïncider en un même point X, au-delà duquel ils deviendront divergens X *g* & X *h*.

III°. Si ces Rayons X *m* & X*n* sont plus ou moins *divergens*, *sans partir du centre C de courbure* : ils seront moins divergens dans leur réflexion *m* M & *n* N.

Cette diminution de divergence peut aller jusqu'à les rendre paralleles, ou même convergens.

Si les Rayons divergens partoient du centre de courbure C : ils seroient perpendiculaires chacun à la surface réfléchissante ; & chacun seroit réfléchi sur lui-même.

IV°. La raison de ces effets, c'est qu'*un Miroir concave KPH*, doit être considéré comme composé d'une infinité de petites Surfaces planes *n* & *m* ; dont chacune a une situation convergente relativement à celle qu'elle touche.

Donc chaque Rayon doit être réfléchi diversement : en faisant toujours sur la petite surface *m* ou *n* qu'il atteint, un angle de réfléxion, égal à l'angle de son incidence propre sur cette infiniment petite surface.

964 EXPÉRIENCE III. *Les Miroirs concaves n'ont pas leur Foyer dans un même Point, pour toutes sortes de Rayons.*

Il y a un Foyer pour les rayons paralleles ; d'autres foyers pour les rayons convergens ; d'autres foyers encore pour les rayons un peu divergens.

L'Expérience établit & constate à cet égard, les Faits ou les Phénomenes suivans, qui méritent la plus grande attention.

I°. Le *Foyer des Rayons paralleles A B, D E, MP*, est entre le pole P & le centre de courbure C, dans un petit espace F, à peu près au milieu du rayon de courbure CP. (*Fig.* 51).

Je dis d'abord, *dans un petit espace*, & non dans un point F : parce que la courbure sphérique n'est pas celle qu'il faudroit pour faire coïncider exactement dans un même Point, tous les Rayons réfléchis par le Miroir concave. Cela n'arrive qu'à ceux qui sont le plus près de l'axe MP du Miroir : les autres coïncident dans un petit espace autour du point F.

Je dis aussi, *à peu près au milieu du Rayon de courbure :* parce que le Foyer des Rayons paralleles, n'est pas exactement & précisément au milieu de ce Rayon de courbure C P, mais un peu plus près du pole P que du centre de courbure C, entre la quatrieme & la cinquieme partie du Rayon C P divisé en huit parties. (*Fig.* 52).

II°. Le *Foyer des Rayons convergens*, tels que N *g* & H *i*, est plus près du Miroir en K, entre le Pole P & le foyer F des Rayons paralleles. (*Fig.* 51).

Plus est grande la convergence de ces rayons, ou plus ils s'éloignent du parallélisme : plus leur *Foyer K* s'approche du Pole P du Miroir concave.

III°. Le *Foyer des Rayons divergens*, quand ils ont réellement un Foyer commun, est toujours plus loin du Miroir concave, que le Foyer F des Rayons pa-

ralleles. Par exemple, le Foyer des Rayons divergens R *m* & R *o*, eſt en M, plus loin du Miroir, que le Foyer F des rayons paralleles A B & D E.

964. II°. REMARQUE. Les *Rayons divergens*, qui vont tomber ſur un Miroir concave BPE, peuvent partir, ou du *Foyer F des Rayons paralleles*, ou de moins loin que ce Foyer, où de plus loin que ce Foyer. (*Fig.* 51).

I°. Si les rayons divergens F B & F E partent du Foyer F des rayons paralleles : ils ſeront paralleles dans leur réflexion BA & ED ; & ils n'auront point de Foyer.

II°. Si les rayons divergens K *g* & K *i* partent de moins loin que le Foyer F des rayons paralleles : ils perdront une partie de leur divergence dans leur Réflexion ; mais ils reſteront réellement divergens en *g* N & en *i* H, & ils n'auront par conſéquent point de foyer.

III°. Si les rayons divergens R *m* & R *o* partent de plus loin que le Foyer F des rayons paralleles : ils auront leur Foyer en M, plus loin du Miroir, que celui des rayons paralleles.

Comme les rayons divergens FB & FE, qui partent du Foyer F, ſont paralleles après leur réflexion B A & E D : il eſt clair que les rayons R *m* & R *o*, qui partent de plus loin que ce Foyer, ſeront réfléchis convergens.

La raiſon en eſt, que l'angle d'incidence de ces derniers, eſt plus petit que s'ils partoient du foyer F : leur angle de réflexion, ſera donc auſſi plus petit : ce qui les empêchera d'atteindre le Parallèliſme ; & les fera coïncider plus ou moins loin vers M.

IV°. Ces rayons R *m* & R *o* iront coïncider d'autant plus loin, qu'ils partiront d'un point R plus voiſin du Foyer F ; & d'autant moins loin, qu'ils par-

tiront d'un point R plus éloigné du Foyer F & du Miroir P : ſelon qu'ils approcheront plus ou moins du parallélisme A B & D E, qui les feroit coïncider au point F.

S'ils partent du *Centre de courbure C* : ils ſeront tous réfléchis convergens ſur eux-mêmes au point C ; parce qu'alors ils ſeront tous perpendiculaires à la Surface réfléchiſſante B P E. (945).

965. EXPÉRIENCE IV. *Si on expoſe aux Rayons ſolaires, un Miroir concave R P M ; en telle ſorte que l'Axe P C N de ce Miroir indéfiniment prolongé, paſſe par le centre du Soleil, on aura les effets ſuivans.*

Le Miroir MNA doit diſparoître dans cette expérience. (*Fig.* 52).

I°. Les Rayons ſolaires M *m*, N P, A *a*, tous ſenſiblement paralleles entre eux, ou comme infiniment peu divergens dans un eſpace peu conſidérable, ſeront tous réfléchis dans un très-petit Eſpace F, qui eſt le Foyer de ce Miroir ; & qui ſe trouve à peu près au milieu du Rayon de courbure C P.

La raiſon en eſt, que le *Miroir concave M P R*, eſt formé d'une infinité de petits Plans tous convergens entre eux : en telle ſorte que les Rayons paralleles du Soleil, en faiſant chacun ſur l'infiniment petit Plan qu'il rencontre, un angle de réflexion, égal à l'angle d'incidence, ſe réfléchiſſent tous en F.

II°. Un Corps placé en F, ſera brûlé ou calciné par tous ces Rayons réunis comme en un même point.

Mais ce même Corps placé plus près de C ou de P, hors du point F, ne ſera point brûlé ou calciné de même : parce que les Rayons ſolaires *m* F, P F, *a* F, ne ſont réunis & ne font leur impreſſion commune qu'au point F.

On voit par-là, pourquoi les Miroirs ardens, qui ſont des ſegmens concaves de Sphere, ne brûlent les Corps

Corps qu'à une diſtance déterminée, à peu près au milieu de leur rayon de courbure. (964).

966. EXPÉRIENCE V. *Si au Foyer F d'un Miroir concave, à égale diſtance à peu près entre le Pole P du Miroir, & le centre de courbure C, on place une Bougie allumée*, (Fig. 52) :

I°. Tous les Rayons divergens F *a*, F P, F *m*, ſeront réfléchis parallélement à l'axe P N : en telle ſorte que l'on verra ſortir de ce Miroir, un *Cylindre de Lumiere très-vive*, lequel ira ſe faire ſentir à une diſtance conſidérable.

La raiſon en eſt, que les Rayons dardés par la Bougie dans cette expérience, répondent aux rayons réfléchis par le Miroir dans l'expérience précédente. Ces Rayons dardés par la Bougie, en faiſant chacun ſur l'infiniment petit Plan qu'il rencontre, un angle de réflexion égal à ſon angle d'incidence, ſe répercutent tous dans les directions paralleles *m* M, P N, *a* A.

C'eſt ſur ces Principes que ſont conſtruites les Lanternes ou les Lampes à double lumignon, qui donnent pendant la nuit, une ſi belle lumiere dans les Rues de Paris. Derriere chaque Lumignon F, eſt placé verticalement un petit Miroir concave échancré RPM, qui ayant ſon Foyer dans le Lumignon ou fort peu au-delà du Lumignon F, réfléchit parallélement à la Rue, de part & d'autre, un grand Cylindre ou un grand Cône de lumiere. Dans la partie ſupérieure de la Lanterne, eſt placé horiſontalement un grand Miroir concave, diviſé en deux ſections, qui ayant ſon foyer à la diſtance des deux lumignons ou un peu au-delà, réfléchit un grand Cylindre ou un grand Cône de lumiere, ſur le Pavé.

II°. Le Cylindre lumineux qui ſort du Miroir concave MPR, reçu ſur un autre Miroir concave MNA,

à une distance de vingt ou trente pieds, coïncidera encore en un même Foyer *f*, où il donnera une lumiere très-vive.

On peut faire, d'après ces Principes, une *Expérience très-surprenante & très-curieuse*. Soit au Foyer F, un Charbon ardent. Que le Tuyau d'un Soufflet à double ame, placé dans la direction CF, darde vivement la chaleur de ce Charbon, sur le Miroir MPR! Les Molécules ignées se réfléchiront dans les directions paralleles *m*M, PN, *a*A; & formeront une espece de Cylindre igné.

Si en N, à vingt ou trente pieds de distance, on place un *autre Miroir concave*, parallele au premier; en telle sorte que leurs axes PN se confondent : le Cylindre igné, qui part du premier Miroir, sera répercuté & réuni par le second Miroir en un même Foyer *f*; où il allumera de l'amadou ou de la poudre à canon : comme l'ont fait plusieurs fois l'Abbé Nollet & beaucoup d'autres Physiciens.

DIVERS COROLLAIRES, OU DIVERS RÉSULTATS DE CES EXPÉRIENCES.

Les *Miroirs de réflexion*, convexes, concaves, cylindriques, coniques, présentent une foule de *Phénomenes curieux*, que nous ne prétendons pas suivre & développer dans tout leur détail. Nous nous bornerons à expliquer les plus intéressans ; &nous laisserons à la sagacité du Lecteur, le soin & la satisfaction de se rendre raison par lui-même, de ceux que nous omettons ; & qui dépendent tous, des Principes que nous avons établis, & dont nous allons montrer l'application.

967. COROLLAIRE I. *Dans un Miroir convexe, les images des Objets, paroissent moins enfoncées, que dans un Miroir plan.* (Fig. 54).

EXPLICATION. La raison en est, que les rayons divergens S *m* & S *n*, qui partent d'un même point lumineux ou illuminé S, augmentent en divergence, dans la réflexion *m* C & *n* D. (962).

Ces rayons réfléchis C *m* & D *n* coïncident donc & font voir l'Objet S en un Point *s* (912), moins loin du Miroir convexe T *m n* V, que si ce miroir étoit plan. (950).

968. COROLLAIRE II. *Les images que l'on voit dans un Miroir concave, sont plus enfoncées, que dans un Miroir plan.* (Fig. 49).

EXPLICATION. La raison en est, que les rayons divergens A *r* & A *x*, qui partent d'un même Point lumineux ou illuminé A, diminuent en divergence, dans leur réflexion *r* N & *x* O. (963).

Ces rayons réfléchis N *r* & O *x* coïncident donc & font voir l'objet en *a*, plus loin du Miroir concave TPV, que si ce miroir étoit plan.

969. COROLLAIRE III. *Dans un Miroir convexe, les images des objets sont plus petites, que dans un Miroir plan.* (Fig. 57).

EXPLICATION. Soit l'Objet A C, vu par l'Œil O, dans le Miroir convexe BD, assez près de la surface du Miroir en *a c*. (967).

I°. Les rayons convergens AB & CD, qui partent des extrémités de l'objet pour se rendre dans l'œil O, deviennent moins convergens dans leur réflexion BO & DO. (962).

L'Objet AC sera donc vu en *a c*, sous un angle optique *a* O *c*: lequel sera plus petit que si les Rayons OB & OD qui le forment, avoient été réfléchis avec toute la convergence qu'ils avoient dans leur incidence.

II°. Si le Miroir convexe *x* BD étoit plan; si les

Rayons AB & CD ne perdoient rien de leur convergence, dans la réflexion : l'image de l'Objet, feroit vue sous l'angle optique *x* O *c*, plus grand que *a*O*c* : cette image paroîtroit donc plus grande. (917).

970. COROLLAIRE IV. *Les images des Objets que l'on voit dans un Miroir concave, sont plus grandes, que si elles étoient vues dans un Miroir plan.* (Fig. 55).

EXPLICATION. Soit l'Objet MN, vu par l'œil R, dans le Miroir concave VX, assez loin derriere le Miroir en *m n*. (968).

Les Rayons convergens M V & N X, qui partent des extrémités de l'objet, pour se rendre dans l'œil R, augmentent en convergence dans leur réflexion V R & X R. (963).

L'objet M N sera donc vu sous un Angle optique *m* R *n*, plus ouvert & plus grand, que si les rayons RV & RX qui le forment, eussent été réfléchis par un Miroir plan qui n'eût point augmenté leur convergence.

971. COROLLAIRE V. *Si devant un Miroir cylindrique, perpendiculaire à l'horison, on place parallélement un Objet quelconque : l'image de cet objet, aura autant de hauteur & moins de largeur, qu'elle en auroit si le Miroir étoit plan.* (Fig. 58).

EXPLICATION I. Etant donné un miroir cylindrique M C, perpendiculaire à l'horison ; & un Objet quelconque D E, parallele au miroir & disposé à y tracer son image

I°. L'image *e d* aura la même hauteur, que si le miroir étoit plan : parce que les infiniment petits Plans qui composent un miroir cylindrique, n'ont ni convergence, ni divergence, relativement à leur hauteur.

Ils équivalent donc à cet égard & sous ce rapport,

à un miroir plan, lequel ne diminue point la hauteur de l'image. (950).

II°. L'image *ed* aura moins de largeur, que si le miroir étoit plan : parce que les infiniment petits Plans qui composent un miroir cylindrique, ont tous, relativement à la largeur du miroir, une divergence qui les transforme en zones circulaires, en polygones d'une infinité de côtés tous divergens.

Les rayons qui tombent sur ces infiniment petits plans divergens, se réfléchissent chacun différemment: selon la diversité de leur angle d'incidence ; & s'écartent d'autant plus après la réflexion, que le Plan réfléchissant devient plus oblique à leur chûte.

EXPLICATION II. Pour répandre plus de lumiere sur l'une & l'autre partie de ce cinquieme Corollaire : concevons que VZ est une Zone circulaire d'un Miroir cylindrique, par exemple, une zone d'un pouce de hauteur : que AB est un Objet ou un Espace assez large, qui va se peindre dans cette zone réfléchissante : & que *r*O*s* est un œil qui regarde le miroir cylindrique, & spécialement la zone VZ.

I°. Du point A, part le Cône lumineux *d*A*c*. Du point B, part l'autre Cône lumineux *n*B*m*. La Zone réfléchissante VZ est un miroir convexe relativement aux Rayons qui l'atteignent.

II°. Le Cône lumineux *d*A*c*, devenant plus divergent dans la réflexion (962), se convertit en *ras* : le point A sera donc vu en *a*. (912).

De même, le Cône lumineux *n*B*m*, devenant plus divergent dans la réflexion, se change en *rbs* : le point B est donc vu en *b*.

III°. L'Espace ou l'Objet AB, sera donc vu dans l'espace très-rapproché *ab* : cet espace ou cet objet AB perdra donc beaucoup de sa largeur, sans rien perdre de sa hauteur, dans le Miroir cylindrique.

Il résulte delà, en premier lieu, qu'un *Objet fort régulier dans sa figure*, doit présenter dans le miroir cylindrique, une *Image fort irréguliere :* parce que l'image de cet objet, conserve une de ses dimensions, & perd en grande partie l'autre dimension.

Il en résulte en second lieu, qu'un *Objet fort irrégulier dans sa figure*, peut présenter dans le miroir cylindrique, une *Image fort réguliere :* parce que l'image de cet objet peut perdre en largeur, ce que l'objet a de difforme & de monstrueux dans cette dimension.

On dessine, pour ces sortes de Miroirs, des Tableaux particuliers, qui n'offrent rien que de bisarre ou de difforme à la simple vue ; & qui, vus dans ces Miroirs placés convenablement, présentent des Objets fort réguliers.

971. II°. REMARQUE. Les *Miroirs cylindriques*, à raison de leur figure en partie convexe & en partie rectiligne, & à raison des différentes positions où l'œil peut se trouver placé à leur égard, participent aux propriétés des Miroirs plans, des Miroirs sphériques convexes, des Miroirs elliptiques convexes : ce qui y met une *très-grande complication de Phénomenes*, qu'il seroit & très-difficile & très-peu important de développer en détail. (*Fig.* 58).

I°. Dans les Miroirs cylindriques MC, l'*Image de l'Objet*, telle que nous venons de la caractériser, se montre en *cd*, entre l'axe & la surface du Miroir, mais plus près de la surface que de l'axe.

Ainsi, dans ces sortes de Miroirs, l'image de l'Objet, ne présente point les mêmes Phénomenes d'enfoncement, d'inflexion, de mouvement, que nous avons précédemment observés & expliqués dans les Miroirs plans. (950 & 955).

II°. Comme on fait des *Miroirs cylindriques à sur-*

face convexe, & ce sont ceux dont nous venons de parler : on fait aussi des *Miroirs cylindriques à surface concave* ; & les phénomenes de ces deux sortes de Miroirs différent entre eux, à peu près comme différent entre eux les phénomenes des Miroirs sphériques convexes & des Miroirs sphériques concaves.

Les Miroirs cylindriques ordinaires & simplement dits, dispersent les rayons qui tombent sur leur surface : les *Miroirs cylindriques concaves* rapprochent les Rayons qui tombent sur la leur ; & les font coïncider alternativement de part & d'autre, sur une *Ligne parallele à leur axe*, à peu près à égale distance de leur axe & de leur surface ; & c'est là que se forment les *Images des Objets* que l'on expose à ces sortes de Miroirs : images qui ont à peu près la même hauteur que ces objets, mais qui ont beaucoup plus de largeur.

III°. Par le moyen d'un *Miroir cylindrique à surface concave*, que l'on aura placé sur un dessin convenable & bien éclairé dans un lieu invisible, l'œil étonné pourra voir au milieu des airs & dans un espace où n'existe aucun objet visible, *tel & tel Objet* qu'on voudra lui faire appercevoir : comme il voit l'Objet B en H, dans la quarante-neuvieme Figure ; comme il voit la Fleche A B en *a b*, dans la cinquante-sixieme Figure ; & ainsi du reste. (911 & 973).

972. COROLLAIRE VI. *Dans un Miroir conique, les images des Objets, doivent paroître dans un ordre & dans une position totalement différentes des Objets qu'elles représentent.* (Fig. 60).

EXPLICATION. Soit VXZ, un Miroir conique, posé sur sa base horisontale ; AMNR, un Tableau ou une Plaine, qui peut se peindre de toute part dans le Miroir conique ; O, un Œil qui voit de toute part la surface réfléchissante du miroir conique.

I°. Le Miroir conique, envisagé dans sa hauteur VX & ZV, équivaut à un Miroir plan incliné à l'horison : il doit donc représenter les Objets perpendiculaires à l'horison, dans une situation plus ou moins inclinée vers l'horison. (954).

II°. Le Miroir conique, envisagé dans sa largeur, est un assemblage de Zones circulaires, décroissantes depuis la base jusqu'à la pointe : sous ce point de vue, il équivaut à une infinité de Miroirs convexes d'un diametre décroissant.

Ce miroir étant supposé vertical, il doit donc diminuer la largeur des objets perpendiculaires à l'horison (969): sans diminuer leur hauteur, qu'il se borne à incliner à l'horison.

III°. L'Œil O voit l'objet A, par le moyen du rayon A *s* O ; & l'objet C, par le moyen du rayon C *t* O.

L'objet A, fort éloigné du miroir, sera donc vu en *a*, fort près du centre du miroir : tandis que l'objet C, peu éloigné du miroir, sera vu en *c*, assez loin du centre du miroir.

De même, l'objet M sera vu en *m* ; & l'objet R sera vu en *r*, toujours dans la base ou vers la base du miroir.

IV°. Tous ces Objets seront donc vus dans le Miroir conique, dans une situation & dans une position toutes différentes de celles qu'ils ont en eux-mêmes. D'où il s'ensuit que dans un Miroir conique, ainsi que dans un Miroir cylindrique (971), un Objet fort régulier en lui-même, doit présenter une image très-irréguliere ; & qu'un objet irrégulier, peut présenter une image très-réguliere.

IMAGES DES OBJETS, DANS LES MIROIRS ET HORS DES MIROIRS.

973. OBSERVATION. Les Miroirs plans, les Mi-

roirs convexes, les Miroirs cylindriques, font toujours voir l'*Image de l'Objet*, derriere la Surface réfléchissante. Ces Miroirs se trouvent toujours entre l'Image de l'Objet, & l'œil du Spectateur.

Il n'en est pas de même des Miroirs concaves. Ceux-ci font voir l'*Image de l'Objet*, tantôt derriere & tantôt devant la Surface réfléchissante; quelquefois dans la même position que l'objet, & quelquefois dans une position renversée. Toutes ces variétés dépendent de la maniere dont les Rayons sont réfléchis par le Miroir concave & reçus dans l'œil du Spectateur. L'Expérience & la Théorie nous apprennent & nous démontrent de concert, les Faits ou les Phénomenes suivans. (*Fig.* 49).

I°. Quand l'Objet est placé devant le Miroir concave, entre le foyer F & le pole P, en A, par exemple : *l'image est vue derriere le Miroir*, par l'œil NO, en *a*, sur l'axe prolongé.

Dans ce cas, l'image se montre dans une situation assez correspondante à celle de l'objet : elle n'est point renversée.

II°. Quand l'Objet se trouve placé plus loin que le foyer F, en deçà ou en delà du centre de courbure C : *l'image sort du Miroir*, & s'avance vers l'œil M, plus ou moins hors du Miroir; suivant l'éloignement de l'objet, à la surface réfléchissante.

Par exemple, l'*Objet B* est vu, non derriere le miroir, mais hors du miroir, en H. Mais il faut pour cela, que l'Œil soit au-delà du point H, dans la direction XHM. Dans ce cas, *l'Image est à contre-sens de l'Objet : elle est renversée.* La partie supérieure de l'objet, est en bas dans l'image; & la partie inférieure du même objet, est en haut dans l'image.

III°. Pour rendre bien sensible ce dernier Phénomene, ou le *phénomene de l'Image saillante hors du Miroir concave;* soit la Fleche AB placée devant le

Miroir concave MN, mais plus loin que le foyer F de ce Miroir. *Fig.* 56).

Les Rayons divergens AM, qui partent du point A, sont réfléchis convergens en *a*; d'où ils se rendent divergens dans l'Œil H : le point A de l'objet, est donc vu en *a*.

Les autres Rayons divergens BN, qui partent du point B, sont réfléchis convergens en *b*; d'où ils se rendent divergens en H : le point B de l'objet, est donc vu en *b*. (964).

L'*Image de l'objet AB*, est donc vue hors du Miroir en *b a*, dans une situation opposée à celle de l'objet, ou à contre-sens de l'objet : parce que les Rayons qui la tracent dans l'œil H, se sont croisés vers F, avant d'arriver dans l'œil H.

IV°. l'Objet AB & le Miroir concave MN restant dans la même position; si on met en *a b* un Carton blanc, sur lequel on recevra les Rayons réfléchis M*a* & N*b* :

L'*image de l'Objet AB*, se montrera tracée & dessinée sur le Carton, par les pyramides lumineuses M*a* & N*b*; & un Œil placé vers R, verra cette Image *a b*, par le moyen des Rayons divergens *a* R & *b* R, qui partent de chaque point de l'image, & qui seront réfléchis par le Carton.

Mais si on présente ce même Carton en deçà ou en delà du point où coïncident les rayons M*a* & N*b*; il n'y aura plus d'image : parce que *les Rayons partis d'un même Point d'un objet, ne tracent l'image de ce point de l'objet, que dans leur point de coïncidence.*

Par exemple, le Point A ne trace son image qu'en *a* : le Point B ne trace la sienne qu'en *b*; & ainsi du reste.

974. COROLLAIRE. De cette Observation expérimentale, bien saisie & bien approfondie, on dé-

duira aisément l'explication de tout ce qui concerne les *Images des Objets hors des Miroirs ;* & on en conclura très-philosophiquement :

I°. Que *les Miroirs plans & les Miroirs convexes ne forment jamais d'image, hors d'eux-mêmes :* parce que loin de faire coïncider les Rayons divergens, partis d'un même point, qu'ils réfléchissent ; ils leur laissent toute leur divergence, ou ils augmentent leur divergence, dans la réflexion.

II°. Que *les Miroirs concaves ne forment pas toujours & par-tout image, hors d'eux-mêmes :* parce que, quoiqu'ils diminuent toujours la divergence des Rayons AR dans leur réflexion N*r*O, ils ne la diminuent pas toujours assez pour rendre ces rayons convergens ; & pour les faire coïncider en un même point, comme les rayons BXH. (*Fig.* 49).

III°. Que *le Point où les Miroirs concaves forment image, est & doit être tantôt plus près & tantôt plus loin du Miroir ;* selon que l'objet est placé plus ou moins loin du miroir, au-delà du foyer F : par exemple, que si le Point lumineux ou illuminé B étoit placé plus près du Miroir, mais toujours plus loin que le Foyer F, les Rayons BXH coïncideroient & formeroient image plus loin du Miroir, vers le point K ; & que si ce même point B étoit plus loin du miroir ; les Rayons BXH coïncideroient & formeroient l'image H, plus près du miroir. (964).

IV°. Que *l'image H est & doit être d'autant plus vive, toutes choses étant égales d'ailleurs, que l'objet B est plus près du miroir :* parce que la lumière qui, par sa réunion en un même point, forme les images des objets, s'affoiblit d'autant plus, qu'elle parcourt un plus grand espace avant d'être réfléchie : ce qui confirme ce que nous avons dit ailleurs ; que les *images des Objets*, soit dans l'œil, soit hors de l'œil, ne paroissent être autre chose, qu'un plus ou un moins d'ombre & de lumiere. (911).

V°. Que *quand l'objet est placé au Foyer du Miroir, il n'y a point d'image* : parce que tous les Rayons divergens, partis d'un même point lumineux ou illuminé, sont réfléchis paralleles & n'ont point de coïncidence. (966).

VI°. Que *quand l'objet est placé au centre de courbure, il n'y a point d'image* : parce qu'alors tous les Rayons sont réfléchis confusément sur eux-mêmes, & coïncident tous pêle-mêle sur un même point : ce qui doit ou ne donner point d'image, ou ne donner que des images infiniment confuses.

MIROIRS ARDENS.

975. DÉFINITION. On nomme *Miroirs ardens*, certains Miroirs, qui en réunissant & en concentrant les rayons du Soleil, brûlent & calcinent les Corps exposés à leur Foyer. Ils sont communément de métal, concaves & parfaitement polis dans la superficie destinée à réfléchir & à concentrer dans un même petit espace, les rayons solaires.

Zonare, Tzetze, Galenus, & plusieurs autres anciens Historiens que cite Tzetze, rapportent que pendant le Siege de Syracuse sous Marcellus, Archimede mit en feu plusieurs fois les Flottes Romaines, par le moyen de certains Miroirs ardens de son invention.

Zonare rapporte encore que Proclus, pendant le Siege de Bysance, opéra le même prodige & par le même moyen, sur les Flottes de Vitellien.

Si le Fait est vrai : il faut qu'Archimede & Proclus aient employé des Miroirs assez semblables à celui dont nous parlerons bientôt ; des Miroirs composés de plusieurs pieces, & dont le Foyer fût mobile.

Car, il est certain que les Miroirs d'une seule piece, quelle que soit leur figure & leur grandeur, n'ont leur Foyer qu'à une distance fixe, en-deçà &

en-delà de laquelle ils ne brûlent point (965); & il seroit absurde de supposer qu'une foule de Vaisseaux, se soit venu placer successivement à ce Foyer, pour se faire incendier.

976. EXPÉRIENCE. Que dix ou douze ou quinze Personnes, placées dans la circonférence ou dans l'aire d'un Cercle plus ou moins grand, reçoivent en même tems les Rayons du Soleil sur des *Miroirs plans*, de verre ou de métal, de trois ou quatre pouces de diametre; & que chacune d'elles ait soin de faire réfléchir ces Rayons solaires sur la boule d'un Thermometre placé d'une maniere convenable à une distance de douze ou quinze pieds.

On verra la *liqueur du Thermometre*, s'élever en peu de tems, beaucoup au-dessus de l'endroit où elle étoit, avant qu'elle reçût toutes ces images coïncidentes du Soleil.

EXPLICATION. I°. Dans cette Expérience, *chacun des Miroirs plans reçoit une image du Soleil;* ou une certaine quantité de Rayons solaires, qu'il réfléchit sur le Thermometre en question.

Or, comme chaque Rayon à part, est armé d'un feu qui lui est propre: il est clair que plusieurs images du Soleil, réfléchies & rassemblées à la fois sur ce Thermometre, doivent lui communiquer un degré de chaleur, proportionnel à la somme de tous les Rayons qui l'affectent.

II°. Comme le Soleil se montre à nous dans le Ciel, sous un angle d'environ trente-deux minutes: *les Rayons qui partent de toutes les extrémités de cet Astre, & qui viennent se réflechir sur un même point d'un Miroir plan, se réfléchissent un peu divergens, sous la forme d'un Cône dont la pointe est appuyée sur le Point réfléchissant* (947): ce qui fait que l'image du Soleil, réfléchie par le Miroir plan, est plus grande que le

Miroir réfléchissant ; & que cette image va en croissant de plus en plus, à mesure qu'elle s'éloigne du Miroir. (*Fig.* 40 & 41).

Selon les expériences & les observations de M. du Fay, l'*image du Soleil*, réfléchie par un Miroir plan d'un pied en quarré, se trouve dix fois plus grande que le Miroir, à une distance de six cens pieds.

III°. Quoique la *lumiere du Soleil*, réfléchie par un Miroir plan, doive nécessairement essuyer un déchet & un affoiblissement ; soit par les imperfections du miroir qui ne réfléchit jamais tous les rayons qu'il reçoit ; soit par la divergence que prennent les rayons réfléchis en s'éloignant du miroir : il conste cependant par les expériences & par les observations du même M. du Fay, que *la dixieme partie des rayons renvoyés par un Miroir plan d'un pied en quarré, à cent toises ou six cents pieds de distance, avoit encore la force de brûler :* quand on rassembloit ces rayons dans un très-petit espace, par le moyen d'une Loupe de crystal.

D'où il résulte que la lumiere du Soleil, réfléchie par un Miroir plan, n'essuie point un déchet ou un affoiblissement aussi considérable que l'on pourroit le croire.

IV°. Si par le moyen d'une grande Loupe AR, on rassemble une quantité assez considérable de Rayons solaires, (*Fig.* 47) :

On trouvera que ces rayons augmentent en chaleur, à mesure qu'ils se rapprochent & qu'ils augmentent en densité ; mais que *cette augmentation de Chaleur, se fait dans un bien plus grand rapport que celui de la densité.*

Car, soit la densité des Rayons en A comme 1 ; en B comme 4 ; en F comme 9 : on trouvera que si la chaleur en F est supposée comme 9 ; elle sera de beaucoup moindre que 4 en B, incomparablement moindre que 1 en A.

V°. Il résulte de cette derniere observation, que le *Feu des Rayons solaires*, de quelque maniere que cela se fasse, devient d'autant plus actif, qu'il est plus concentré; & que cette augmentation d'activité doit se faire, & selon une *proportion de Densité* dans les rayons, & selon une autre *proportion de Proximité* dans ces mêmes rayons:

Soit qu'à cette augmentation de Proximité dans les Rayons solaires, réponde & soit attachée une *augmentation d'Affinité entre eux*; d'où naisse une espece de fermentation intrinseque, propre à augmenter leur action:

Soit, ce qui est plus vraisemblable, que l'action de ces Rayons, déjà augmentée en raison de leur densité, se transmettant aux *Parties ignées* qui sont comme assoupies dans les pores des substances qu'ils rencontrent, les excite jusqu'au point d'y faire naître un véritable embrasement; lequel, ajoutant son action à celle de ces Rayons, en augmente prodigieusement l'activité.

VI°. On conçoit facilement, d'après tout ce que nous venons d'observer & d'expliquer, comment *une foule d'images du Soleil, réunies & comme concentrées sur un même Thermometre, doivent y produire une grande augmentation de Chaleur:* comment, en multipliant de plus en plus ces mêmes images sur un même Objet, on peut y produire un degré de chaleur, qui aille jusqu'à l'embrasement, jusqu'à la calcination de cet objet.

977. PROBLÊME. *Faire avec une foule de très-petits Miroirs plans, un Miroir ardent, propre à brûler & à calciner les Corps, à différentes distances.*

SOLUTION. I°. Sur le fond d'un *très-grand Chassis sphériquement concave*, en forme de Calotte, soient arrangés & fixés une foule de petits Miroirs plans, de verre ou de métal: en telle sorte que l'axe de ce

Chaſſis ou de cette Calotte étant dirigé vers le centre du Soleil, tous les petits Miroirs plans réfléchiſſent l'*image du Soleil* ſur un même Point, à cent cinquante pieds de diſtance, par exemple.

Il eſt démontré par l'Expérience que nous venons de rapporter, & par l'explication que nous venons d'en donner, qu'*un tel Miroir*, compoſé de deux ou trois cents petits miroirs plans, doit produire un très-grand degré de Chaleur ſur l'Objet où tombent & coïncident ces deux ou trois cents images du Soleil, toutes armées d'un feu qui augmente & en raiſon de la denſité & en raiſon de la proximité des Rayons ſolaires.

III°. Que la Calotte ſphérique dont il eſt ici queſtion, ſoit compoſée d'un nombre convenable de Parties mobiles, artiſtement liées les unes aux autres, ſur leſquelles ſeront établis & fixés les petits Miroirs plans; & qu'elle ſoit tellement conſtruite, que par le moyen d'une Manivelle, elle puiſſe aiſément s'ouvrir tantôt plus & tantôt moins, en conſervant toujours une courbure ſenſiblement ſphérique.

Cette Calotte deviendra un *Miroir concave d'une courbure variable*, lequel aura ſon Foyer à une diſtance tantôt plus grande, tantôt plus petite, à volonté. (964).

Ce ſera par conſéquent, le Miroir dont la conſtruction eſt demandée par le Problême.

977. II°. REMARQUE. Le *Miroir ardent* dont nous venons de donner une idée générale, a été exécuté avec le plus grand ſuccès, vers le milieu de ce ſiecle, par le célébre Comte de Buffon. Ce Miroir brûle du bois, à deux cents pieds; fond de l'étain, à cent cinquante pieds; & du plomb, à cent quarante pieds.

I°. Une des perfections que l'on admire dans ce Miroir ardent, c'eſt que ſon Foyer peut ſe porter à différentes

différentes diſtances : toutes les glaces dont il eſt composé étant mobiles, & pouvant ſe fixer à différens degrés d'inclinaiſon. De ſorte qu'avec les mêmes Pieces, on peut, d'un inſtant à l'autre, faire un *Miroir plus ou moins concave*, dont le Foyer ira ſaiſir & brûler un Objet, à différentes diſtances.

L'Hiſtoire rapporte qu'Archimede & Proclus brûloient des Flottes, par le moyen de certains Miroirs de réflexion. Si la vérité du Fait eſt incertaine : il eſt du moins certain maintenant que le Fait n'eſt pas impoſſible. (975).

II°. Un *Miroir de métal ſphériquement concave*, & tout d'une piece, qui, expoſé au Soleil, réfléchit & concentre en un même point les Rayons de cet aſtre, brûle les corps inflammables, fond & calcine les corps les plus réfractaires, doit être conſideré comme un aſſemblage de Miroirs plans infiniment petits, tous inclinés les uns aux autres, tous dirigés vers un même centre de courbure : ce qui leur donne un foyer commun. C'eſt en petit, le grand Miroir de l'illuſtre de Buffon.

III°. Les Géometres conſiderent la circonférence d'un Cercle, comme un poligone d'une infinité de côtés. On peut conſidérer de même, l'aire d'une Calotte ſphériquement concave, comme un aſſemblage d'une infinité de petits Plans régulierement inclinés les uns aux autres.

Tout l'art conſiſte à donner à la ſurface de cette Calotte, de ce Miroir, un tel degré de courbure ; que chaque *Pyramide lumineuſe*, tombant ſur un point de cette ſurface, ſoit réfléchie par le petit Plan qu'elle atteint, *vers un ſeul & même Terme* ; où tous les Rayons réfléchis ſe trouveront réunis & concentrés avec une activité proportionnelle à la fois & à leur denſité & à leur proximité. (976).

CHALEUR DES VALLÉES, FROIDURE DES MONTAGNES.

978. APPLICATION. Puisque les Rayons du Soleil, réfléchis par des Miroirs plans, ne perdent pas le pouvoir qu'ils ont d'échauffer les Corps : on doit s'attendre à voir considérablement augmenter la *Chaleur*, dans toutes les petites portions de la Surface terrestre, qui se trouvent exposées à de pareilles réflexions. C'est, comme on voit, une conséquence & un corollaire de la Théorie que nous venons d'expliquer.

I°. Pour opérer cette augmentation notable de Chaleur, il n'est pas besoin de Corps polis comme les Miroirs. Une Muraille, une chaîne de Rochers, généralement tout Corps solide, exposés aux rayons du Soleil, font plus ou moins parfaitement la *fonction de Miroirs réfléchissans*, relativement à certains Points, à certains Endroits, plus exposés à la direction générale des rayons réfléchis. Ces Points, ces Endroits, se trouvent alors plus ou moins parfaitement dans le cas du Thermometre de l'Expérience précédente.

Delà, une *Chaleur plus forte*, dans les Vallées bordées de rochers, que dans une Plaine unie ; dans une Ville, où les murs & les toits se renvoient de mille manieres les rayons solaires, que dans une Maison isolée, située en rase campagne ; & ainsi du reste.

II°. Il est très-vraisemblable que les *grands Froids* que l'on éprouve habituellement au sommet des hautes Montagnes, même pendant les plus grandes chaleurs de l'été, y viennent de ce que les Rayons solaires n'y éprouvent pas assez de réflexions : soit par le *défaut des Corps environnans*, qui ne se trouvent pas propres à se renvoyer les uns aux autres, les rayons dont ils sont frappés ; soit principalement par le *défaut de l'Atmosphere*, qui se trouvant extrême-

ment raréfiée à une certaine hauteur, eſt peu propre à arrêter & à répercuter vers la Terre, les rayons que la ſurface terreſtre réfléchit dans ſon ſein.

III°. En général, les ſommets des Montagnes, ſont comme des *Miroirs convexes;* qui loin de concentrer les rayons réfléchis, les écartent & les diviſent davantage : les Vallées ſont comme des *Miroirs concaves*, qui concentrent les rayons réfléchis, en une infinité de foyers.

L'Air, beaucoup plus denſe dans le fond des Vallées qu'au ſommet des Montagnes, répercute de toutes parts vers la Terre, une foule immenſe de Rayons, que les ſurfaces réfléchiſſantes y répercutent & y concentrent de nouveau en mille & mille foyers : tandis que les Rayons répercutés par la ſurface terreſtre, au ſommet des Montagnes, ſe diſſipent & ſe perdent ſans retour, à travers un Air peu denſe & très-raréfié.

PARAGRAPHE TROISIEME.

CAUSE DE LA RÉFLEXION DE LA LUMIERE.

979. OBSERVATION. LA *Réflexion de la Lumiere*, ne differe en rien, quant aux effets, de la réflexion des autres Corps élaſtiques : de part & d'autre, l'angle de réflexion eſt toujours égal à l'angle d'incidence.

Mais la Cauſe de cette Réflexion, eſt-elle la même, eſt-elle différente? Grand ſujet de diſpute parmi les Phyſiciens.

I°. Il eſt certain qu'une *Boule d'ivoire*, qui tombe ſur un Plan immobile & impénétrable, s'y réfléchit par ſon reſſort; & que ce reſſort eſt tendu & mis en

jeu par le choc de la boule contre le plan, par la résistance qu'oppose à la boule élastique *dans le Contact*, le plan immobile & impénétrable.

II°. Il est certain encore qu'un *Globule de Lumiere*, dardé sur un Plan immobile & impénétrable, se réfléchit par son ressort. Mais est-il également certain que ce ressort du Globule lumineux, soit tendu & mis en jeu par le choc de ce globule contre le plan ; par la résistance qu'oppose à ce globule *dans le Contact*, le plan immobile & impénétrable ? C'est sur quoi les Physiciens sont partagés en deux sentimens diamétralement opposés.

Les uns soutiennent que la Lumiere réfléchie par un Miroir de métal, ne rejaillit qu'après s'être comprimée dans son *Contact immédiat* sur la surface polie & inflexible de ce miroir.

Les autres prétendent, d'après Newton, que cette même Lumiere est répercutée, avant qu'elle ait atteint & touché la surface du miroir, par un certain *Pouvoir réfléchissant*, distingué & de la Lumiere & du Miroir ; & par conséquent, que le contact immédiat n'ayant jamais lieu entre la Lumiere & le Miroir, le *Contact immédiat* ne peut influer en rien dans la réflexion de la Lumiere.

PROPOSITION.

980. *Il est vraisemblable que la réflexion de la Lumiere, a pour cause le contact des Corps ; & non un Pouvoir indéfinissable, qui la fasse rejaillir avant le contact.*

DÉMONSTRATION. I°. La Lumiere étant une matiere, étant un corps & un corps élastique (854) : pourquoi ne seroit-elle pas réfléchie par le même Mécanisme qui réfléchit les autres corps élastiques ? Pourquoi seroit-elle soustraite à la Loi commune & générale de la Réflexion ? Pourquoi seroit-elle excluse

du contact d'une surface polie, vers laquelle elle est dardée avec une inconcevable vîtesse? Quels paradoxes, quels mysteres, ne faut-il pas introduire dans la Physique, pour admettre l'Opinion que nous rejettons!

II°. Si la Lumiere n'est point réfléchie par le Miroir lui-même : pourquoi faut-il donner un poli si parfait aux miroirs de métal & de verre, pour les mettre en état de réfléchir dans un même sens & sous un même angle, tous les filets lumineux qui composent un grand Rayon solaire dardé sur leur surface? Pourquoi faut-il que la surface postérieure d'une Glace, soit aussi polie que la surface antérieure; & soit enduite d'un amalgame de mercure & d'étain, capable d'arrêter & de faire rejaillir dans une même direction, les rayons qui enfilent les pores de la Glace?

III°. Qu'est-ce que ce *Pouvoir réfléchissant*, distingué de la Lumiere & de la Glace, étranger à l'Impulsion & à l'Attraction; auquel on voudroit attribuer, comme à sa cause unique & immédiate, la réflexion de la Lumiere? N'est-ce pas un être évidemment fabuleux, frivolement érigé en cause physique, gratuitement imaginé pour parer à des difficultés auxquelles il ne pare pas?

Car, les *Difficultés* par où l'on attaque l'Hypothese qui attribue la *réflexion de la Lumiere*, au contact immédiat de la Lumiere & de la Surface réfléchissante, retombent en plein sur l'Hypothese paradoxale du Pouvoir réfléchissant : comme on le verra dans la Réponse à la premiere Objection suivante.

Donc, dans la réflexion de la Lumiere, comme dans la réflexion des autres Corps, il faut s'en tenir à la Cause commune & générale : quelque spécieuses que puissent être les Difficultés que l'on pourroit faire naître contre cette hypothese & contre cette théorie du Contact. C. Q. F. D.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

981. OBJECTION I. Il n'y a aucun Corps dans la Nature, dont nous puissions parfaitement unir & applanir la surface ; & la superficie la plus égale, la plus unie, telle que celle des Miroirs de verre & de métal, n'est par rapport aux globules comme infiniment petits de la Lumiere, qu'un informe amas de montagnes & de cavités, que le Microscope rend sensibles & visibles.

Donc, si la Lumiere étoit réfléchie immédiatement par les Corps eux-mêmes : tous les Rayons qui tomberoient sur ces inégalités, se réfléchiroient inégalement & irrégulierement sur les Miroirs de verre & de métal les plus parfaits.

Donc, puisque la Lumiere se réfléchit également & régulierement sur un Miroir plan de verre ou de métal, en faisant sur le plan du miroir, un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence : il faut nécessairement que la Lumiere soit réfléchie, avant d'avoir atteint & heurté les inégalités du miroir ; & que le *Pouvoir réfléchissant* des Corps, soit quelque chose de distingué & de la Lumiere, qui ne se réfléchit point elle-même sans aucune cause ; & du miroir, qui ne sauroit réfléchir la Lumiere, comme elle se trouve réfléchie.

RÉPONSE. Ne pas reconnoître la *force de cette Objection*, ce seroit évidemment manquer ou de lumiere ou de droiture : puisque c'est sur ce fondement que les Newton, les Boscovich, & tant d'autres grands hommes, ont établi l'hypothese du *Pouvoir réfléchissant*, que nous osons ne point adopter.

Mais quelque forte que puisse être cette Objection, elle n'est pas absolument insoluble ; & l'*Hypothese imaginée pour la résoudre*, reste elle-même exposée en plein à toute la force de cette même Objection, & ne la résout aucunement.

I°. Il nous paroît d'abord, que *cette Objection n'est point absolument insoluble.* Car, quelque grandes que soient, relativement aux globules de la Lumiere, les inégalités & les aspérités que fait découvrir un excellent Microscope, dans les Miroirs les plus polis: ne peut-on pas supposer avec assez de vraisemblance, que ces inégalités, fort petites en elles-mêmes, sont applanies en grande partie par des Fluides subtils, de même nature que la Lumiere, ou assez semblables à la Lumiere: Fluides qui se trouvant logés & comme enchâssés dans les pores ou dans les cavités de ces miroirs, remplissent les inégalités de leur surface; & produisent une réflexion généralement uniforme, dans les Rayons qui tombent sur les parties plus élevées & sur les parties plus enfoncées de cette surface, que l'on a déjà unie & polie autant qu'il est possible.

L'Amalgame d'étain & de mercure, que l'on applique à une Glace, sert à empêcher les Fluides qui se trouvent enchâssés dans ses pores, & qu'une contiguïté ou une proximité convenable met en état de déployer leur Affinité avec la matiere qui les enchâsse, de s'échapper par derriere; & de céder à la percussion des Rayons incidens qui les heurtent sans cesse: ce qui n'a point lieu, quand une surface mal unie & fort raboteuse renferme des cavités trop grandes & trop écartées, pour que les Fluides qu'elle contient, s'unissent fortement avec la matiere qui les enserre, & fassent comme un même tout avec elle.

II°. Il est certain ensuite, que *l'hypothese du Pouvoir répulsif, reste en plein exposée à la même Objection qu'elle est destinée à résoudre.* Car, les Partisans des Répulsions, s'accordent tous à reconnoître que la *Vertu répulsive d'un Corps*, n'agit point à toute distance: qu'il faut, entre le Corps repoussant & le Corps re-

poussé, une certaine proximité, au-delà de laquelle cesse son action.

Supposons que ce *Point nécessaire de proximité*, soit à un centieme ou à un millieme ou à un millionieme de ligne, du Point réfléchissant. N'est-il pas évident qu'une Glace hérissée d'inégalités, présentera à la Lumiere, une infinité de Points ou de petits Plans différemment inclinés ? N'est-il pas évident que chaque Point ou chaque infiniment petit Plan devra réfléchir différemment la Lumiere, selon la diversité & l'irrégularité de sa position : puisque sa Vertu répulsive est par-tout à un millionieme de ligne, par exemple, au-delà de la matiere de la Glace; & que cette Glace est hérissée dans toute sa surface, d'éminences & de cavités?

Donc, dans l'hypothese d'un *Pouvoir réfléchissant*, distingué & de la Lumiere & du Miroir; la Lumiere devroit être réfléchie avec la même irrégularité, que si on la suppose réfléchie par le Miroir lui-même. Donc cette hypothese laisse subsister toute entiere, la *Difficulté* qu'elle étoit destinée à résoudre.

982. OBJECTION II. Le Verre a certainement beaucoup plus de pores, que de matiere; beaucoup plus de vide que de plein; & cependant chaque point de sa surface, renvoie des rayons. Donc ces rayons ne sont point renvoyés par le Verre : donc ils sont renvoyés par un Pouvoir distingué du Verre.

RÉPONSE. Qu'importe que le Verre ait quatre fois ou dix fois ou cent fois plus de vide que de plein, plus de pores que de matiere : pourvu que ses pores, infiniment multipliés & infiniment petits, contiennent des Fluides capables d'opposer à la Lumiere, une résistance qui la fasse rejaillir; ainsi que nous venons de l'expliquer dans la réponse à l'Objection précédente?

I°. Dans les Pores infiniment multipliés & en tout sens sensiblement alignés d'une Glace, supposons une matiere semblable à la lumiere, ou plutôt une vraie Matiere lumineuse, enchâssée dans ces interstices; & retenue dans ces interstices, par son affinité avec le Verre.

Quand la lumiere du Soleil, par exemple, tombera sur cette Glace: elle sera réfléchie & par les parties solides de la glace, & par la substance lumineuse qui se trouve interceptée dans les infiniment petits pores de la glace. Delà, la *réflexion de la Lumiere*, sur la surface antérieure de cette glace.

II°. Les Ballons de lumiere qui se trouvent logés dans les pores de la Glace, entre ses deux surfaces, viennent-ils à être frappés par les Rayons incidens du Soleil? Ils résistent à ces rayons incidens, & en réfléchissent une partie. Ils cedent aussi en partie au choc des rayons incidens; & ils tendent à s'enfuir dans la ligne de percussion.

Mais arrêtés par l'amalgame de mercure & d'étain, ils rejaillissent par leur ressort hors de la Glace, sous un angle égal à l'angle des rayons incidens, qui leur impriment le mouvement. Delà, la *réflexion de la Lumiere*, sur la surface postérieure de la glace.

983. OBJECTION III. Nous admettons entre certains Corps, des *Vertus attractives*: pourquoi ne pas admettre également entre certains Corps, par exemple, entre le Verre & la Lumiere, des *Vertus répulsives*? C'est précisément l'hypothese d'un Pouvoir réfléchissant, dans les matieres dont on fait les Miroirs.

RÉPONSE. Pour admettre dans la Physique, un *Principe nouveau & inconnu*: il ne faut rien moins que des Preuves démonstratives, qui soient propres à en établir invinciblement l'invisible existence.

Or, des Preuves démonſtratives, des Expériences déciſives de toute eſpece, nous conſtatent l'exiſtence des Affinités chymiques ou des Attractions ſpéciales, entre certains Corps ; & aucune Preuve démonſtrative, aucune Expérience déciſive & convaincante, n'établit l'exiſtence des *Vertus répulſives* dont il eſt ici queſtion, en les regardant comme indépendantes de la Loi d'impulſion & de la Loi d'attraction. Nous ſommes donc bien fondés à adopter les premieres, & à rejetter les dernieres. (93 & 137).

984. REMARQUE. Dans ce que nous venons d'expoſer & d'établir, au ſujet de la Cauſe phyſique qui opere la *réflexion de la Lumiere*, nous ne prétendons aucunement ſatisfaire en plein à toutes les difficultés & à tous les doutes que peut ſe former l'eſprit humain, ſur ce myſtere de la Phyſique. Nous avons démontré que le Sentiment que nous adoptons, eſt le plus vraiſemblable, ſans prétendre démontrer qu'il ſoit abſolument certain. Le Public éclairé eſt à portée de ſe décider par lui-même, ou pour le Sentiment que nous adoptons ; ou pour le Sentiment que nous rejettons & que nous combattons.

Mais il eſt à propos de bien remarquer ici, au ſujet de la Lumiere, que les *Loix de la Réflexion*, que nous avons précédemment établies & démontrées, ſont pleinement indépendantes de toute hypotheſe & de tout ſyſtême ſur la *Cauſe de la réflexion*.

Quelle que ſoit la Cauſe réelle & immédiate qui fait rejaillir la Lumiere à la rencontre de certains Corps, avant ou après le contact : il eſt démontré & par l'Expérience & par la Raiſon, que la Lumiere s'y réfléchit ſelon les Loix que nous avons tracées : c'eſt tout ce qu'il importe de bien ſavoir, relativement à la Catoptrique.

La connoiſſance abſtraite de la Cauſe réelle & im-

médiate, qui produit cette réflexion dans la Lumiere, est donc plus du ressort de la Métaphysique que de la Physique; & cette connoissance abstraite est ici l'unique objet qui divise & qui sans doute divisera éternellement les Physiciens.

ARTICLE TROISIEME.

LA DIOPTRIQUE : OU PHÉNOMENES DE LA LUMIERE RÉFRACTÉE.

985. DÉFINITION. LA *Dioptrique* est la science du Rayon réfracté. Elle a pour objet la Lumiere, en tant que brisée & coudée dans sa direction : quand elle passe obliquement d'un Milieu dans un autre Milieu plus ou moins pénétrable pour elle. Nous avons déjà jetté les fondemens de cette Science infiniment intéressante, en traitant du Mouvement réfracté en général. (408).

I°. Les *Loix de la Catoptrique*, que nous allons tracer & expliquer en détail, sont toutes fondées sur l'expérience : elles ont pour objet les différentes inflexions que souffre la Lumiere, en passant d'un Milieu dans un autre.

Pour connoître la grandeur ou la quantité de ces inflexions : il suffit de les mesurer avec soin, par le moyen d'un Graphometre ou d'un Rapporteur mathématique. Chacun peut donc facilement vérifier par lui-même, les Observations que l'on a faites en ce genre ; & que nous allons rapporter comme tout autant de Vérités constatées par des expériences sûres & irréfragables.

II°. Parmi une foule de Milieux où s'incline & où se coude diversement la Lumiere ; nous ne ferons at-

tention qu'à l'Air, à l'Eau, & au Verre : parce que ces trois Milieux ont un rapport plus général & plus commun, ſoit avec les inſtrumens de Dioptrique, ſoit avec la théorie de l'Univers, dépendante de la Dioptrique.

III°. La Lumiere eſſuie auſſi aſſez fréquemment une *eſpeçe particuliere de Réfraction*, ſans paſſer d'un milieu dans un autre : ſavoir, quand elle raſe la ſurface de certains Corps ſolides, ſans les toucher & ſans les atteindre.

C'eſt le *phénomene de ſa Déviation*, qui eſt étranger à la Dioptrique proprement dite, & dont nous traiterons ailleurs. (1862).

LES ANGLES DE RÉFRACTION.

982. DÉFINITION. Pour éviter toute équivoque, dans les termes ; pour fixer & pour ſimplifier toutes les idées, dans une matiere où il eſt eſſentiel de ne rien confondre, (*Fig.* 59) :

I°. Nous nommerons *Angle d'incidence*, l'angle ACB, intercepté entre le Rayon incident AC, & la ſurface CB du Milieu réfractant RSTV, que nous ſuppoſerons être un Cube de verre ou d'eau.

II°. Nous nommerons *Angle de réfraction*, l'angle MCD, intercepté entre le rayon réfracté CD, & la ſurface plane CV du milieu réfractant.

III°. Nous nommerons *Angle de différence*, l'angle DCF, intercepté entre la direction du rayon incident, & la direction du rayon réfracté.

IV°. Nous nommerons *Sinus de l'angle d'incidence*, la Perpendiculaire AB, menée de l'extrémité de l'arc de l'angle d'incidence ſur la ſurface du Milieu réfractant ; & *Sinus de l'angle de réfraction*, la Perpendiculaire DM, menée de l'extrémité de l'arc de l'angle de réfraction ſur la ſurface du milieu réfractant. (*Math.* 634).

V°. Quelques Phyſiciens prennent pour Sinus de

l'angle d'incidence, la ligne AH; & pour Sinus de l'angle de réfraction, la ligne DE.

La chose est indifférente; & les résultats en sont les mêmes, quoiqu'exprimés différemment: ainsi que nous l'observerons & que nous l'expliquerons bientôt. (990).

PARAGRAPHE PREMIER.

LOIX DE LA DIOPTRIQUE, ET PHÉNOMENES RELATIFS A CES LOIX.

LES *Loix de la Dioptrique*, ne sont autre chose, que la maniere fixe & constante, selon laquelle se meut la Lumiere, en passant d'un Milieu dans un milieu différent; par exemple, en passant de l'Air dans l'eau, ou de l'Eau dans l'Air; en passant de l'Air dans le Verre, ou du Verre dans l'Air.

PREMIERE LOI.

987. *Si un Rayon de lumiere, est dardé perpendiculairement d'un Milieu quelconque, dans un autre milieu plus ou moins facilement pénétrable: ce Rayon ne souffre aucune réfraction.* (Fig. 59).

EXPLICATION. Soit un Rayon KHC, dardé perpendiculairement ou sur un Globe de verre AND, ou sur un Cube de Verre RVTS. Ce Rayon, en passant de l'air dans le verre, ne souffre aucune inflexion & ne quitte point la ligne droite KHCE.

La raison en est, que le nouveau Milieu, soit qu'il résiste plus, soit qu'il résiste moins, n'a rien qui puisse détourner ce rayon, de sa route primitive. (405).

Ainsi un Rayon, qui est dardé ou répercuté perpendiculairement de l'air dans l'eau, de l'eau dans

l'air, de l'air sur un verre, d'un verre sur l'eau ou dans l'air, continue à se mouvoir dans la même ligne droite, en passant d'un Milieu dans l'autre.

SECONDE LOI.

988. *Si un Rayon de lumiere, est dardé ou répercuté obliquement de l'Air dans l'Eau ou dans le Verre ; il se réfracte, en s'approchant de la Perpendiculaire menée dans le nouveau Milieu: de telle sorte cependant que l'inflexion du Rayon, est plus grande dans le Verre, que dans l'Eau.* (Fig. 59).

EXPLICATION. Soit AC, le Rayon incident, dans l'Air ; RSTV, un Cube de verre ou d'eau, sur lequel tombe obliquement ce rayon ; CE, la Perpendiculaire même du point d'incidence, dans le nouveau Milieu. (402).

Le Rayon incident, au lieu de se mouvoir dans la ligne droite ACF, se mouvra dans la ligne ACD, coudée en C ; & s'approchera de la Perpendiculaire CE : mais l'inflexion en C sera plus grande, si le Milieu réfractant est du verre, que si c'est de l'eau.

I°. Le Verre & l'Eau, quelle que puisse en être la cause, sont pour la Lumiere, des *Milieux plus facilement pénétrables que l'Air.* Donc le Rayon incident AC, livré aux deux Forces motrices AB & AH, doit en C perdre moins de sa Force perpendiculaire qui éprouve moins de résistance de la part de l'eau ; qu'il ne perd de sa Force parallele qui essuie plus de résistance de la part de l'air.

Donc ce Rayon AC, en atteignant l'eau en C, doit céder plus amplement à la force perpendiculaire CE, qui est moins détruite par la résistance de l'eau ; doit céder moins amplement à la force parallele CM, qui est détruite en plus grande proportion par la résistance de l'air.

Donc ce Rayon, en pénétrant dans l'eau, doit s'approcher de la ligne CE, en vertu des deux Forces motrices qui lui restent; & dont l'une CM a été plus affoiblie que l'autre CE, dans le changement de Milieu. (406).

II°. Le Verre, quelle qu'en soit encore la cause, est pour la Lumiere, un *Milieu plus facilement pénétrable que l'Eau.* Donc le Rayon incident AC, doit moins perdre de son mouvement perpendiculaire dans le Verre, qu'il n'en perd dans l'eau.

Donc ce Rayon incident, devenu *Rayon réfracté*, doit s'approcher plus de la Perpendiculaire CE dans le verre, qu'il ne s'en approche dans l'eau: puisque la Force perpendiculaire est affoiblie en plus grande proportion dans l'eau, que dans le verre.

TROISIEME LOI.

989. *Si un Rayon de lumiere, passe obliquement de l'Eau ou du Verre dans l'Air; il se réfracte, en s'éloignant de la Perpendiculaire menée dans le nouveau Milieu: de telle sorte cependant qu'il s'écarte davantage de cette Perpendiculaire, en sortant du Verre, qu'en sortant de l'Eau, sous la même obliquité.* (Fig. 59).

EXPLICATION. Soit le Rayon DC, qui sort obliquement d'un Cube d'eau ou de verre, pour passer dans l'Air.

I°. Ce *Rayon DC*, en atteignant l'Air en C, infléchira sa direction CA; & s'éloignera de la Perpendiculaire CHK, menée dans l'air.

Mais l'*inflexion DCA* sera plus grande, si le rayon DC passe du verre dans l'air, que s'il passe de l'eau dans l'air.

II°. Cette troisieme Loi, constatée par l'expérience, est l'inverse de la précédente: elle est fondée sur les mêmes Principes appliqués aux mêmes objets, qu'il

faut envisager simplement dans un ordre renversé.

Que le *Rayon réfracté CD* rencontre en D un Miroir plan perpendiculaire à sa direction CD. Ce Rayon, réfléchi en D, suivra en rétrogradant, la *même ligne DCA*, qu'il avoit suivie avant de rencontrer le Miroir plan en D.

Car d'abord, le *Rayon CD*, réfléchi par un Miroir plan perpendiculaire à sa direction, doit rejaillir sur lui-même, dans un même Milieu où rien ne change sa direction DC.

Ensuite, quand ce Rayon en C passe obliquement de l'eau qui est pour lui un Milieu moins résistant, dans l'Air qui est pour lui un Milieu plus résistant; il doit s'écarter de la *Perpendiculaire CH*, autant qu'en venant il s'étoit approché de la Perpendiculaire CE: puisqu'autant que la Force parallele CM avoit été plus affoiblie que la Force perpendiculaire CE, dans le mouvement ACD; autant la Force parallele CB est moins affoiblie que la Force perpendiculaire CH, dans le mouvement opposé DCA.

QUATRIEME LOI.

990. *Plus l'angle d'incidence est petit, plus le Rayon essuie de réfraction; & réciproquement, plus l'angle d'incidence est grand, moins le Rayon est réfracté: en telle sorte cependant que le Sinus de l'angle d'incidence & le Sinus de l'angle de réfraction conservent toujours un Rapport fixe & constant.* (Fig. 59).

EXPLICATION. Il est démontré par l'expérience, que si on fait tomber successivement le *Rayon AC*, de tous les points du Quart de cercle RAK: l'*Angle de différence DCF*, est d'autant plus grand, que l'Angle d'incidence ACB, est plus petit; & que cet angle de différence DCF, à peine sensible quand le Rayon incident forme un angle peu différent de l'angle

gle droit, cesse totalement quand ce Rayon tombe sur le Milieu réfractant RV, par la Perpendiculaire HC. (987).

Quant au *rapport des Sinus AB & DM*; il est démontré également par les observations des Descartes, des Newton, des Muschembroek, des Wolf, des Nollet:

I°. Que si le Rayon AC tombe obliquement *de l'Air dans l'Eau*, sous un angle plus ou moins grand: le Sinus AB de l'Angle d'incidence ACB, est toujours au Sinus DM de l'angle de réfraction MCD, à peu près comme 3 est à 4.

II°. Que si le Rayon AC tombe obliquement *de l'Air dans le Verre*, sous un angle plus ou moins grand: le Sinus AB de l'angle d'incidence, est au Sinus DM de l'angle de réfraction, à peu près comme 2 est à 3.

La plupart des Auteurs qui ont écrit sur la Dioptrique, disent que le Sinus AH de l'Angle d'incidence ACH, est au Sinus DE de l'Angle de réfraction DCE, à peu près comme 4 est à 3: ce qui revient foncierement à la même chose. (986).

Si on prenoit pour angle d'incidence, l'angle ACH: l'angle de réfraction seroit DCE. Dans ce cas, le Sinus AH du premier, seroit au Sinus DE du second, dans le Verre, à peu près comme 3 est à 2.

PHÉNOMENES DES RAYONS INCIDENS ET DES RAYONS RÉFRACTÉS.

991. PHÉNOMENE I. *Quand un Rayon passe obliquement d'un Milieu dans un autre Milieu plus ou moins résistant: le Rayon incident & le Rayon réfracté sont toujours dans un même Plan perpendiculaire au Milieu réfractant.* (Fig. 62).

EXPLICATION. Soit un Plan indéfini PPP, posé perpendiculairement sur le Milieu & dans le Milieu

réfractant BM, dans la direction AB du Rayon incident.

I°. L'Expérience démontre que le *Rayon incident AB* & le *Rayon réfracté CB*, malgré leur inflexion en B, restent toujours dans le Plan PPP, perpendiculaire au Milieu réfractant : soit que ce Milieu réfractant ait une surface plane RBV ; soit qu'il ait une surface convexe SBT ; soit qu'il ait une surface concave NBM.

La raison en est, que le Rayon incident, mu d'abord dans la direction du Plan perpendiculaire au Milieu qui doit le réfracter, n'a aucune cause qui puisse l'écarter de sa direction primitive, si ce n'est sa réfraction. Or la Réfraction, qui peut l'élever ou l'abaisser dans le Plan de sa direction primitive, n'a rien qui puisse l'écarter à droite ou à gauche hors du Plan de cette direction primitive.

II° Les deux Forces conspirantes AH & AR, qui meuvent le Rayon incident AB dans l'air, par exemple ; les deux Forces conspirantes BV & BM, qui meuvent ensuite le Rayon réfracté BC dans l'eau ou dans le verre, peuvent s'affoiblir inégalement, en passant d'un Milieu dans un autre.

Mais le *nouveau Milieu*, qui résiste ou plus ou moins à l'une de ces deux forces, se borne à en détruire une partie plus ou moins grande : sans donner au Rayon réfracté une force étrangere, qui puisse le porter hors du Plan de sa direction primitive.

Un *Plan perpendiculaire à un Milieu réfractant, convexe ou concave*, est un Plan qui passe par le Centre de courbure de ce Milieu ; qui passe, par exemple, en *m*, pour le Milieu concave ; & en M pour le milieu convexe SBT.

992. PHÉNOMENE II. *Quand un Rayon tombe obliquement sur un Milieu pénétrable, dont les surfaces op-*

posées sont planes & paralleles : le Rayon incident & le Rayon émergent sont paralleles (Fig. 61).

EXPLICATION Soit MN un *Solide de crystal*, dont les surfaces opposées BS & PP soient paralleles, dans l'Air. Il est démontré par l'expérience, que le Rayon incident ABF, & le rayon émergent CD, sont paralleles entre eux.

La raison en est, qu'autant que le Rayon incident AB s'approche de la Perpendiculaire BP, à cause du moins de résistance du Verre (988) ; autant le Rayon émergent CD s'éloigne de la Perpendiculaire C*p*, à cause du plus de résistance de l'Air (989). De cette expérience & de cette théorie, il résulte :

I°. Qu'un *Verre plan dont les surfaces opposées sont paralleles*, ne change point l'ordre & l'arrangement respectifs des *Rayons émergens :* quoique ces Rayons souffrent au point d'incidence & au point d'émergence, une Réfraction qui les éleve ou les abaisse hors de leur direction primitive.

II°. Que deux *Rayons paralleles AB & RS*, qui tombent obliquement sur un Plan à surfaces paralleles MN, restent paralleles entre eux dans leur réfraction & dans leur émergence.

993. PHÉNOMENE III. *Quand un Rayon tombe obliquement sur un Plan pénétrable, dont les deux surfaces opposées sont inclinées l'une à l'autre : le Rayon incident & le Rayon émergent ne sont plus paralleles.* (Fig. 65).

EXPLICATION. Soit PBMC un *Prisme de crystal*, semblable à un Coin mécanique, sur lequel tombe obliquement le Rayon ABF.

I°. Le Rayon incident A B, dans sa réfraction BC, s'approchera de la Perpendiculaire BP : à cause du moins de résistance du Verre. (988).

Ensuite, le Rayon réfracté BC, dans sa nouvelle ré-

fraction CD, s'éloignera de la Perpendiculaire Cp: à cause du plus de résistance de l'Air. (989).

Le Rayon incident AB & le rayon émergent CD, ne pourront donc point être paralleles.

II°. Si le Rayon solaire AB étoit parfaitement homogene, tout composé de molécules également réfrangibles : les Filets lumineux de ce Rayon, éprouveroient tous une égale réfraction BC, en *B*; une autre égale réfraction CD, en C.

Mais, comme les Filets lumineux qui composent un Rayon solaire, ont une inégale réfrangibilité : les molécules plus réfrangibles se réfractent plus ; les molécules moins réfrangibles se réfractent moins. Delà, la séparation des Filets lumineux : delà, la *décomposition de la Lumiere*, telle que nous l'avons annoncée ailleurs, d'après l'Expérience ; & telle que la représente la quinzieme Figure. (866 & 1861).

994. PHÉNOMENE IV. *Quand deux Rayons paralleles tombent obliquement sur deux surfaces pénétrables, convergentes l'une vers l'autre : les deux Rayons deviennent divergens dans leur réfraction.* (Fig. 65).

EXPLICATION. Soient *deux Prismes de crystal factice BMCP & SMTP*, dont les deux surfaces BM & SM, sur lesquelles tombent les Rayons paralleles AB & RS, soient convergentes.

I°. Les Rayons AB & FS, paralleles dans leur incidence, deviendront divergens dans leur premiere réfraction BC & ST.

II°. Ces deux mêmes Rayons deviendront encore plus divergens dans leur seconde réfraction CD & TV; si la surface CMT est divergente : comme nous venons de l'expliquer. (993).

III°. Les *Surfaces convergentes S M & B M*, font la fonction de *Verres concaves :* elles écartent les Rayons AB & RS, qui tombent sur la partie concave BMS.

995. PHÉNOMENE V. *Quand deux Rayons paralleles tombent obliquement sur deux surfaces pénétrables, divergentes l'une à l'égard de l'autre : les deux Rayons paralleles deviennent convergens dans leur réfraction.* (Fig. 63).

EXPLICATION. En supposant toujours que les Rayons tombent de l'Air dans l'eau ou dans le Verre : soit MBXS un *Solide de verre*, dont les surfaces planes MS & MB, sur lesquelles tombent les Rayons paralleles AB & RS, soient divergentes.

I°. Le Rayon AB s'inclinera & s'infléchira vers la Perpendiculaire BP : le Rayon RS s'inclinera aussi vers la Perpendiculaire SP, en pénétrant dans le verre. (988).

Ces deux rayons iront donc en s'approchant l'un de l'autre, dans leur réfraction BC & ST.

II°. En passant du Verre dans l'Air, le rayon BCF s'éloignera de la perpendiculaire C*p* : le rayon ST s'éloignera aussi de la perpendiculaire T*p*. (989).

Ces deux rayons, dans leur nouvelle réfraction dans l'Air, deviendront donc encore plus convergens.

III°. Les *Surfaces divergentes MB & MS*, font la fonction de *Verres convexes*, qui rapprochent les rayons, en les réfractant.

Plus les angles ABM & RSM sont aigus : plus est grande la réfraction. D'où il résulte que plus les Verres convexes ont de convexité, plus ils réfractent fortement les rayons AB & RS. (990).

CAUSE DE LA RÉFRACTION.

996. OBSERVATION. On voit, d'après tout ce que nous venons d'observer, que la *réfraction de la Lumiere*, & la *réfraction des autres Corps*, se font en des sens diamétralement opposés : puisque le Rayon AC, dardé de l'air dans l'eau dans la direction ACF, s'ap-

proche de la Perpendiculaire CE ; au lieu qu'une Balle de fusil, tirée dans la même direction ACF, s'éloigneroit de la perpendiculaire CE, & prendroit sa direction dans une ligne CG placée entre CF & C V (406) ; comme nous l'avons observé & expliqué ailleurs. (*Fig.* 59).

D'où il résulte, non que la théorie du Mouvement est variable ; mais que *certains Milieux*, tels que l'Air, plus facilement pénétrables que le Verre & l'Eau pour le commun des Corps, sont plus difficilement pénétrables que l'Eau & le Verre pour la Lumiere : quelle qu'en soit la cause.

C'est en vain que les plus grands Physiciens ont cherché la cause de ce Phénomene ; savoir, *pourquoi la Lumiere passe plus facilement au travers de l'eau, du verre, du crystal naturel, du diamant, & de certains autres corps solides & liquides, qu'au travers de l'Air.* Toutes les explications que l'on a voulu en donner, n'ont servi qu'à démontrer qu'il n'étoit point donné à l'Esprit humain, de percer ce mystere de la Nature. Que n'a-t-on pas imaginé & dit sur ce sujet !

I°. On a dit, d'après Descartes, que l'eau, le verre, le diamant, présentent à la Lumiere, des Pores plus grands, plus ouverts, plus facilement pénétrables, que l'Air.

Mais n'est-ce pas là supposer, par une absurde Pétition de Principe, l'explication même que l'on cherche à donner ? Ne reste-t-il pas toujours à demander, dans cette hypothese, comment & pourquoi ces Corps incomparablement plus denses que l'air, présentent à la Lumiere, des pores ou des passages plus ouverts, plus multipliés, plus pénétrables, que l'air ?

II°. On a dit, d'après Newton, que la Lumiere s'incline vers la Perpendiculaire CE, en passant de l'air dans l'eau ou dans le verre : parce qu'elle est plus attirée par l'eau, ou par le verre, que par l'air.

Mais pourquoi le Rayon ACF eſt-il plus attiré vers la ligne CE que vers la ligne CF ou vers la ligne CB ou CV? Pourquoi s'approche-t-il de cette *Perpendiculaire CE :* puiſqu'au point d'incidence & de contact C, il eſt autant attiré par la partie VCF qui tend à l'en éloigner, que par la partie FCE qui tend à l'en approcher?

III°. On a dit, d'après divers Phyſiciens, que le verre, le diamant, le cryſtal, l'eau, préſentent aux infiniment petites molécules de la Lumiere, des pores mieux alignés, que ne le ſont les pores de l'air.

Mais pourquoi, en ſuppoſant la vérité du Fait qu'on avance & qu'il ſeroit impoſſible de prouver : pourquoi ces pores du verre ou de l'eau, également alignés, également acceſſibles en tous ſens & ſelon toute direction, inclinent-ils la Lumiere en un ſens, plutôt qu'en un autre? Pourquoi ne laiſſent-ils pas au rayon ACF, ſa direction primitive CF? Pourquoi l'infléchiſſent-ils dans la direction CD, plutôt que dans la direction CG?

IV°. On a dit encore .... Mais ce que nous venons de rapporter, eſt-ce que l'on a imaginé de plus ſenſé & de plus ſatisfaiſant en ce genre. D'où il réſulte que dans la théorie de la Lumiere, le *Pouvoir réfractant* eſt encore moins connu que le *Pouvoir réfléchiſſant*, dont nous avons déjà parlé. (980).

Bornons nous donc à connoître les phénomenes & à développer les conſéquences de la Réfraction, ſans nous tourmenter inutilement à en chercher la cauſe phyſique. L'idée de Newton, telle que nous venons de la préſenter, eſt-ce que l'on a de mieux à cet égard; & cette idée n'eſt rien moins que pleinement ſatisfaiſante.

Des Loix que nous avons tracées & des Obſervations que nous avons faites ſur la Réfraction de la Lumiere, découle l'explication d'une foule de grands

T iv

phénomenes, dont nous allons observer & developper les plus intéressans, dans l'eau, dans les verres convexes, dans les verres concaves, dans les différens instrumens de Dioptrique, dans l'Organe de la vue, dans l'Atmosphere terrestre.

PARAGRAPHE SECOND.

PHÉNOMENES DE LA RÉFRACTION, DANS L'EAU.

997. PHÉNOMENE I. *Un Objet que l'on regarde obliquement dans l'Eau, est vu hors de son vrai lieu, & plus près de la surface de l'eau.* (Fig. 67).

EXPLICATION. Soit une *Piece d'or ou d'argent N*, placée au fond d'un Vase vide RNT, cylindrique ou rectangulaire.

L'œil placé en *v x*, ne pourra pas voir cette Piece d'or ou d'argent : parce que les rayons qu'elle réfléchit vers l'œil, sont interceptés par les bords du vase en R.

Mais que l'on emplisse d'eau le Vase : l'œil *v x* verra la piece d'or ou d'argent en *n*, hors de son vrai lieu N, & plus près de la surface RBT ; & voici la raison de tout ce phénomene.

I°. Quand le Vase RNT est plein d'eau : les rayons NSX se réfractent au sortir de l'eau, en s'éloignant de la perpendiculaire SP ; & se portent dans l'œil *vx*. (989).

L'œil verra donc la piece d'argent, par le moyen des rayons *v* R S *x*, au point *n* ou coïncident ces rayons. (812).

II°. Comme le cône lumineux NSX est composé de rayons divergens : parmi ces rayons divergens NR & NS, les uns sont plus inclinés que les autres à la surface plane RBT de l'eau & de l'air.

Les plus inclinés NR doivent donc souffrir une plus grande réfraction, & s'écarter davantage de leur perpendiculaire SP : d'où il arrivera que le cône lumineux NX, inégalement réfracté en S, sera plus infléchi dans sa partie inférieure NR, que dans sa partie NS. (990).

Le cône tronqué *v*RS*x*, plus ouvert que le cône tronqué XS, aura son point de concours ou son sommet en *n*, plus près de l'œil & plus près de la surface de l'eau.

L'œil verra donc la piece d'argent, non en son vrai lieu N, mais en un lieu où elle n'est pas, en *n*, plus près de la surface de l'eau. (912).

III°. On voit par-là pourquoi on se trompe communément, en estimant à la simple vue, la *profondeur d'un Bassin plein d'eau*, dont on voit le fond par des rayons réfractés au sortir de l'eau.

Ce fond du Bassin, paroît toujours plus près de la surface de l'eau, qu'il ne l'est réellement : parce que, quelque position que puisse avoir l'œil *vx* ; chaque point N du fond du bassin, est toujours vu par le moyen d'un Cône lumineux *v*RS*x*, dont les rayons divergens souffrent, en sortant de l'eau, une inégale réfraction qui augmente leur divergence primitive ; & qui les fait coïncider en un point *n* moins éloigné & de l'œil & de la surface de l'eau. (990).

Or, ce point *n*, où coïncident les rayons S*v* & S*x*, qui arrivent dans l'œil *vx*, est l'endroit où est vu l'objet N. (912).

998. PHÉNOMENE II. *Un Objet vu dans l'eau, paroît & plus grand & plus près de la surface, qu'il ne l'est en réalité.* (Fig. 68).

EXPLICATION. Dans un bassin plein d'eau FHKG, soit un *Objet DB*, placé au fond de l'eau.

Si l'eau disparoissoit; l'objet DB seroit vu par l'œil A, sous l'angle optique *r* A *s* ou DAB: au lieu que dans l'eau, il est vu sous l'angle optique plus grand *d* A *b*.

La raison de cette différence est facile à saisir; d'après les Principes que nous avons établis & expliqués sur la Vision des objets & la Réfraction de la Lumiere.

I°. Le point D de l'objet, est vu par le moyen du cône lumineux *v m* D *r x*; dont les rayons divergens *m* D *r* se réfractent en passant de l'eau dans l'air, & s'écartent inégalement de la perpendiculaire *m* P, selon qu'ils ont plus ou moins d'obliquité : ce qui augmente leur divergence; & ce qui les feroit coïncider en *d*, s'ils revenoient sur eux-mêmes sans souffrir aucune réfraction. (990).

II°. Le point B du même objet, est vu par le moyen du cône lumineux *x n* B *s v*, dont les rayons souffrent une semblable réfraction en *n s*; & s'éloignent les uns plus & les autres moins de la Perpendiculaire *n* P : ce qui augmente leur divergence, en telle sorte qu'ils paroîtront coïncider en *b*.

L'objet DB est donc vu en *d b* : où coïncident les deux Cônes lumineux, qui, partis de ses extrémités, vont affecter l'œil. (912).

III°. On peut dire de tous les autres points de l'objet DB, ce que nous avons dit des deux points D & B. Chacun de ces points réfléchit des cônes de lumiere; qui ne vont affecter l'œil A, qu'après s'être inégalement réfractés & écartés, en passant de l'eau dans l'air.

L'*Objet D B* sera donc vu & plus grand & plus près de l'œil, qu'il n'est en réalité : *plus grand*; parce qu'il est apperçu sous un plus grand angle optique *d* A *b* (917) : *plus près de l'œil*; parce que les cônes lumineux, par lesquels il affecte l'œil, inégalement ré-

fractés & écartés en passant de l'eau dans l'air, coïncident plus près de l'œil. (912).

999. PHÉNOMENE III. *Un Objet rectiligne, plongé en partie dans l'eau, doit paroître infléchi & coudé au point d'immersion.* (Fig. 67).

EXPLICATION. Soit un *Bâton rectiligne ABCD*, dont une partie AB est dans l'air, & l'autre partie BD est dans l'eau. L'œil *mo* verra ce bâton, comme s'il étoit infléchi & coudé en B, dans la direction AB*cd*.

I°. La *partie AB du Bâton*, placée hors de l'eau, est vue par le moyen des rayons réfléchis *m*A*o* & *m*B*o*, qui ne souffrent aucune réfraction : elle doit donc être tracée dans l'œil, sans aucun changement.

II°. La *partie BD du Bâton*, plongée dans l'eau, est vue par le moyen des rayons réfractés *m*C*o* & *m*D*o*, qui souffrent une réfraction en passant de l'eau dans l'air : chaque point de cette partie plongée dans l'eau, doit donc être vu plus près de la surface de l'eau, qu'elle ne l'est réellement. (997).

Delà, l'inflexion du bâton en B, lequel sera vu dans l'eau, dans la direction B*cd*.

PARAGRAPHE TROISIEME.

PHÉNOMENES DE LA RÉFRACTION, DANS LES VERRES CONVEXES.

NOUS avons déjà observé que le *Pouvoir réfractant*, quelle qu'en soit & la cause & la nature, existe plus fortement dans le verre, que dans l'eau. Pour bien saisir les phénomenes de la Réfraction, dans les différentes sortes de Verres dont la Dioptri-

que fait uſage; il eſt néceſſaire de ſe former auparavant une idée exacte & de ces Verres & de leurs Perpendiculaires.

Verres convexes et Verres concaves.

1000. DÉFINITION I. Les *Verres convexes* ſont communément des portions de Spheres plus ou moins grandes. Par exemple, ſoit une Sphere ſolide de verre, (*Fig.* 64) :

I°. Si dans cette Sphere, on prend le ſegment *a b d*, ou l'autre ſegment *m n o* : on aura un *Verre convexe d'un côté* & plan de l'autre.

II°. Si dans la même Sphere, on réunit en un même tout le ſegment *a b d* avec le ſegment égal *mno*, par la ſouſtraction ou par l'anéantiſſement de la portion *a b m n* ; on aura un *Verre convexe des deux côtés*.

Tel eſt le double ſegment A*d* B*h* A, dans la ſoixante-ſixieme Figure.

III°. On nomme communément *Loupes*, les Verres à double convexité, qui ſont portions de ſpheres aſſez grandes; & *Lentilles*, ceux qui ſont portions de ſpheres très-petites.

1001. DÉFINITION II. Dans les Verres convexes; on remarque un Pole, un Centre de courbure, un Axe, un Foyer. (*Fig.* 64).

I°. On nomme *Pole*, un point *d* ou *o*, également éloigné de tous les points qui terminent la courbure *a b a* ou *m n m*.

II°. On nomme *Centre de courbure*, un point C, qui eſt le centre même de la Sphere dont le Verre convexe eſt un ſegment.

Dans une Loupe ou Lentille A *d* B *h*, il y a un double Centre de courbure; ſavoir, le point M, pour la convexité A*h*B; & le point N, pour la convexité A*d*B. (*Fig.* 66).

III°. On nomme *Axe*, une ligne droite indéfinie MNF, qui partant du Pole *d* ou *h*, passe par le Centre de courbure.

IV°. On nomme *Foyer*, un petit espace F : où se réunissent & où coïncident les Rayons paralleles R, M, S, réfractés par une Loupe ou Lentille AB.

1002. DÉFINITION III. Les *Verres concaves* sont l'opposé des Verres convexes. (*Fig.* 69).

I°. Soit une matiere flexible & ductile A B C D, dans laquelle on enfoncera une Sphere D P C E. La Courbure imprimée dans cette matiere, si c'est du verre, donnera un *Verre concave d'un côté DPC*.

II°. Si dans la même matiere ABGF, on enfonce du côté opposé, la même Sphere ou une autre Sphere, en telle sorte que les deux diametres prolongés EPH se confondent : on aura un *Verre concave des deux côtés DCGF*.

Les deux Concavités opposées d'un même Verre concave, peuvent être indifféremment, ou égales ou inégales : selon qu'elles seront formées ou par une même Sphere, ou par des Spheres de différente grandeur.

III°. Un Verre concave a pour centre de Courbure, le centre même de la Sphere plus ou moins grande qui le courbe de part & d'autre.

Il est clair que le plus ou le moins de Courbure, dans les Verres concaves, que le plus ou le moins d'éloignement du Centre de courbure, dépend du plus ou du moins de grandeur qu'aura la Sphere qui formera cette courbure dans le Verre, ou qui servira de modele pour la former.

1003. REMARQUE. On conçoit aisément, d'aprés ce que nous avons déjà observé & démontré, au sujet des Miroirs de réflexion, convexes & concaves, que la surface des Verres convexes & concaves,

est composée d'une *infinité de petits Plans*, tous perpendiculaires aux rayons M *r* ou N *x*, tous convergens vers le Centre M ou N de courbure. (*Fig.* 69).

Dans la théorie de la Réfraction en ce genre, tout l'Art consiste à bien saisir les *Perpendiculaires*, dont doit s'approcher ou s'éloigner le Rayon réfracté, en entrant dans le Verre ou en sortant du Verre.

Quoique nous ayons déjà donné ailleurs les définitions des *Perpendiculaires aux différens Milieux* : il ne sera pas inutile de rappeller ici ces définitions, & d'en faire une application particuliere aux Verres convexes & aux Verres concaves.

Perpendiculaires aux Verres convexes.

1004. DÉFINITION. I°. La *Perpendiculaire*, *dans un Verre convexe*, est le rayon mené du point d'incidence, au Centre de courbure : puisque cette ligne ou ce rayon *r* C, est perpendiculaire au petit Plan *r*, où se fait la réfraction du Jet lumineux R *r*, qui est le rayon incident. (*Fig.* 64).

II°. La *Perpendiculaire*, *hors d'un Verre convexe*, est le prolongement du rayon mené du Centre de courbure, au-delà du point d'émergence : puisque ce prolongement *r x* est perpendiculaire au petit Plan *r*, où se fait la réfraction du rayon émergent *v r* R, par exemple.

III°. Il est clair que la même définition convient indifféremment à toute matiere pénétrable à la Lumiere, qui aura une Convexité sphérique ; par exemple, à un Globe d'eau glacée, à un Œil, & ainsi du reste.

Perpendiculaires aux Verres concaves.

1005. DÉFINITION. I°. La *Perpendiculaire*, *dans un Verre concave*, est le prolongement *r* F du Rayon M *r*, mené du Centre de courbure au point d'incidence *r* : puisque ce prolongement *r* F est perpendiculaire au

petit Plan *r*, où se fait la réfraction du Jet lumineux *S r*, qui est le rayon incident. (*Fig.* 69).

II°. La *Perpendiculaire, hors d'un Verre concave*, est le rayon même de la Sphere, mené du point d'émergence au centre de courbure : puisque ce rayon *r* M est perpendiculaire au petit plan *r*, où se fait la refraction du rayon émergent *x r* S.

III°. Il est clair que le Fluide aérien est un *Milieu à surface sphérique*, dans un Verre sphériquement concave : qu'il est un *Milieu à surface sphériquement concave*, autour d'un Verre à surface sphérique. (403).

IV°. Les Rayons qui tombent sur des Verres convexes ou concaves, peuvent être ou paralleles, ou divergens, ou convergens. C'est sous ce triple point de vue, que nous allons les examiner dans leur Réfraction ; en commençant par celle qu'opérent les Verres convexes.

1006. PHÉNOMENE I. *Les Rayons paralleles, qui tombent sur la surface convexe d'une Loupe ou d'une Lentille, parallélement à l'axe & fort près de l'axe, ont leur Foyer ou leur Point de concours, dans un petit espace F autour de l'axe, au-delà du Centre de courbure, vers l'extrémité du diametre.* (Fig. 70).

EXPLICATION. Soit AB une Loupe ou une Lentille de verre, & qui ait pour centre de courbure d'une part le point C, & de l'autre le point R ; & sur laquelle tombent fort près de l'axe RCF, les Rayons *a b*, *t v*, *n m*, paralleles entre eux & paralleles à l'axe R CF.

Ces Rayons, après leur réfraction, iront se réunir sur l'Axe indéfiniment prolongé RC, dans un petit espace F, qui est leur Foyer commun.

Ce Phénomene, constaté par l'expérience, est une suite & une dépendance manifeste de la théorie que nous avons donnée sur la Réfraction.

I°. Le Rayon *ab*, qui tombe ſur le milieu de la Loupe ou de la Lentille, & qui a ſa direction par les deux centres de courbure, eſt perpendiculaire au Milieu réfractant : puiſqu'il ſe confond avec les deux rayons de la Sphere génératrice. (1000).

Ce Rayon *ab* ne ſouffre donc aucune réfraction ; & ſe meut dans le Verre & hors du verre, dans la direction de l'axe RCF. (987).

Mais ce Rayon *ab* eſt le ſeul qui ne ſouffre aucune réfraction : parce qu'il eſt le ſeul qui ſoit perpendiculaire au Milieu réfractant. Et ſi ce Rayon eſt composé de pluſieurs filets lumineux ; il n'y a que l'infiniment petit filet du milieu, qui ſoit perpendiculaire au Verre convexe, & qui ſoit exempt de réfraction.

II°. Le Rayon parallele *mn*, en entrant obliquement de l'air dans le verre qui eſt pour lui un milieu plus facilement pénétrable que l'air, s'incline vers la Perpendiculaire de ce nouveau Milieu, laquelle eſt le rayon de courbure *n* C. (988 & 1004).

Ce Rayon de lumiere *m n*, au lieu de ſuivre ſa primitive direction *m n*, ſe coude donc en *n* ; & prend dans le verre, la direction *n o*.

III°. Le Rayon *n o*, en paſſant obliquement du Verre dans l'Air qui eſt pour lui un Milieu plus difficilement pénétrable, s'incline en s'éloignant de la Perpendiculaire de ce nouveau milieu, laquelle eſt la la ligne *o p*, ou le prolongement du Rayon R*o* (989 & 1004).

Ce Rayon de lumiere *m n*, réfracté & coudé en *n*, réfracté & coudé de nouveau dans le même ſens en *o*, convergera donc vers l'axe RCF, qu'il atteindra en un point F.

IV°. Par la même raiſon, le Rayon parallele *t v* ſe réfractera & s'inclinera vers la perpendiculaire *v* C, en entrant dans le Verre en *v* ; ſe réfractera & s'éloignera

gnera de la Perpendiculaire *r p*, en ſortant du verre en *r;* & ſe portera vers l'axe en un point F.

V°. Si les deux Rayons *tv* & *mn* ſont à égale diſtance de l'axe RCF : ils tombent ſur deux petits Plans également inclinés à leur direction, leſquels les réfractent également.

Ces deux Rayons iront donc ſe réunir, après leur réfraction qui les incline également vers l'axe, ſur un même point de l'axe, au-delà du centre C de courbure.

VI°. Mais ſi ces deux Rayons *tv* & *mn* ſont inégalement éloignés de l'axe, ils tombent ſur deux points Plans inégalement inclinés à leur direction : leurs angles d'incidence étant inégaux, leurs angles de réfraction le feront auſſi. (990).

Ces deux Rayons, inégalement inclinés vers l'axe par la réfraction, ſe porteront donc, non ſur un même point de l'axe, mais ſur deux points différens de l'axe; l'un un peu plus près & l'autre un peu plus loin du centre de courbure C.

Delà vient que le *Foyer des Rayons paralleles*, dans une Loupe, n'eſt jamais un ſimple point, mais un petit eſpace circulaire F.

VII°. Si les deux Filets Lumineux qui terminent un Rayon *mn*, étoient réfractés également en entrant dans la Loupe & en ſortant de la Loupe : ces deux Filets lumineux, après leur double réfraction, reſteroient paralleles entre eux, & ne coïncideroient point ſur l'axe.

Mais le Filet plus éloigné de l'axe, ſe réfracte d'une plus grande quantité que le filet moins éloigné de l'axe : ce qui fait que ces deux filets *mn* deviennent convergens après leur réfraction *no* F. (990).

VIII°. Si les Rayons *mn* & *tv*, au lieu d'être paralleles, étoient un peu convergens : ils eſſuieroient les deux mêmes réfractions dans le même ſens ; & ſe

porteroient vers l'axe dans un point moins éloigné du Centre de courbure, entre C & F.

Si ces deux mêmes Rayons *mn* & *tv*, au lieu d'être paralleles, étoient un peu divergens; ils essuieroient encore les deux mêmes réfractions dans le même sens; & se porteroient vers l'axe, dans un point un peu plus éloigné que le point F, du centre de courbure.

1007. PHÉNOMENE II. *Si deux Touffes de Rayons paralleles ou très-peu convergens ou très-peu divergens, convergentes l'une à l'egard de l'autre, tombent sur une même Loupe ou sur une même Lentille: chaque Touffe aura son Foyer à part; & les deux touffes réfractées se rapprocheront de l'Axe.* (Fig. 71).

EXPLICATION. Soient les deux Touffes de rayons MN & RN, convergentes entre elles, lesquelles vont se réfracter dans la Loupe N.

I°. La Touffe MN, par exemple, est composée d'une infinité de Filets lumineux; qui en atteignant la Loupe N, tombent sur tout autant de petits Plans diversement inclinés à leur direction.

Chaque rayon ou filet lumineux de cette Touffe, doit donc se réfracter diversement dans la Loupe, mais toujours en se rapprochant de sa Perpendiculaire qui est un rayon mené du point d'incidence au centre de courbure C.

II°. Toute la Touffe MN se rapprochera donc de l'axe NC; & chaque filet lumineux de cette touffe DN, s'en rapprochera d'autant plus, qu'il tombera plus obliquement sur son petit Plan réfractant. (990).

III°. Tous les Filets lumineux qui forment cette Touffe MN, inégalement réfractés & inclinés vers l'axe, iront donc se réunir & coïncider en un point *m* au-dessous de l'axe où ils formeront image.

Par la même raison, la Touffe lumineuse RN ira

coïncider & former image au point *r*, en se rapprochant de l'axe. (911 & 972).

1008. PHÉNOMENE III. *Si on expose parallelement au Soleil une assez grande Loupe AB : les Rayons solaires, sensiblement paralleles entre eux, y deviennent convergens ; s'y convertissent en un Cône Lumineux ; & après s'être réunis en un point F, qui est leur Foyer commun, ils continuent leur route en formant un nouveau Cône lumineux, égal & opposé par son sommet au premier.* (Fig. 70).

EXPLICATION. Selon les Principes d'expérience & de théorie, que nous avons précédemment établis : les Rayons solaires *tv*, *ab*, *mn*, sensiblement paralleles entre eux, doivent subir une premiere réfraction en entrant dans la Loupe AB; une seconde réfraction en sortant de la même Loupe; & ces *deux Réfractions* doivent les faire coïncider au Foyer F, d'où ils continueront leur marche, en formant un *second Cône lumineux DFE*, égal & opposé au premier AFB. (947 & 1006).

De ce Phénomene établi & démontré à la fois & par les Principes d'expérience & par les Principes de théorie ou de raison, on peut déduire les *Vérités suivantes*, qui seront elles-mêmes de vrais Pincipes de Dioptrique.

I°. Si les Rayons convergens *r*F, *b*F, *o*F, étoient réfléchis chacun sur lui-même, du Point F, dans la Loupe AB : ces Rayons alors divergens en sortiroient paralleles dans les directions *nm*, *ba*, *vt*.

La raison en est, que ces Rayons réfléchis sur eux-mêmes du point F, essuieroient dans la Loupe AB, précisément la *même Réfraction en sens contraire*, qu'ils viennent d'y essuyer.

II°. Si on place en DE, une Loupe égale & parallele à la Loupe AB, & également éloignée du foyer

F : les Rayons divergens F*p* & F*g* deviendront paralleles après leur réfraction.

La raison en est, que les Rayons divergens F*p* & F*g* doivent se réfracter dans la Loupe DE, précisément comme les rayons réfléchis & divergens F*o* & F*r*, dont nous venons de parler, se réfractent dans la Loupe AB qui les rend paralleles après leur double réfraction, en les supposant réfléchis sur eux-mêmes du Point F.

III°. Si au Foyer F, ou coïncide tout le Cône de lumiere réfractée *r*F*o*, on place un Corps combustible : ce Corps sera brûlé ou calciné par l'action réunie & concentrée de tous ces rayons, dont chacun est armé d'un feu qui lui est propre ; & dont la Force combustive augmente & en raison de leur densité & en raison de leur proximité. (976).

Delà, les *Verres ardens*, dont l'action est incomparablement supérieure à celle de tous les feux ordinaires ; & qui mettent en feu ou en fusion les Corps les plus apyres, les plus réfractaires, ceux même qui résistent à toute l'activité des meilleurs Fourneaux de réverbere. (150 & 1537).

IV°. Les Rayons paralleles *tv* & *mn*, dardés sur une Loupe AB, deviennent convergens dans leur réfraction *vr*, *no*, *vr*F, *no*F : ce qui fait que l'Objet *tm* d'où ils partent, est vu sous un plus grand Angle optique TFM, & paroît plus grand qu'il n'est en réalité.

1009. PHÉNOMENE IV. *Quand plusieurs Rayons convergens sont dardés sur un Verre convexe : leur réfraction est différente, selon qu'ils tendent ou plus loin ou moins loin que le centre de courbure.* (Fig. 72).

EXPLICATION. I°. Si ces Rayons convergens *ab* & *mn* tendent précisément au centre de courbure C ; ils n'essuient aucune réfraction dans le Verre : parce

qu'ils sont perpendiculaires à la surface du Milieu réfractant.

II°. Si ces Rayons convergens *ab* & *dn* tendent à se réunir au-delà du Centre de courbure en *x* : ils deviendront *plus convergens* dans la réfraction; & ils se réuniront en un point *z*, entre le Centre de courbure C & le Foyer des rayons paralleles F.

La raison en est, que le rayon *dnx*, en entrant dans le Verre, doit s'approcher de la Perpendiculaire *n*C; & atteindre plus tôt l'Axe C*x*, que s'il n'essuyoit aucune réfraction.

En général, deux lignes sont d'autant plus *convergentes*, qu'elles forment un angle plus grand & plus ouvert, au Point où elles se rencontrent.

III°. Si ces Rayons convergens *ab* & *pn* tendent à se réunir entre le Verre & le centre de courbure : ils deviendront *moins convergens* dans la réfraction; & ils se réuniront en un point *v*, plus loin de la Loupe & plus près du centre de courbure.

La raison en est, que le rayon *pno*, en entrant dans le Verre, doit s'approcher de la Perpendiculaire *n*C; & par conséquent former un angle moins ouvert. (988).

1006. II°. REMARQUE. Une *Touffe RMS de Rayons paralleles*, réfractée & rendue convergente par une Loupe A B, peut, en passant par une *nouvelle Loupe*, placée en N, parallelement à la premiere, devenir ou plus convergente ou moins convergente. (*Fig.* 66).

I°. Elle deviendra *plus convergente*; si elle tend à coïncider au-delà du centre de courbure de la nouvelle Loupe : puisque dans ce cas, chaque filet lumineux, en passant obliquement de l'Air dans la *nouvelle Loupe N*, tend à s'approcher de la Perpendiculaire menée dans le nouveau Milieu; laquelle est le rayon mené du point d'incidence, au centre de courbure de cette nouvelle Loupe.

II°. Elle deviendra *moins convergente*; si elle tend à coïncider entre la nouvelle Loupe & le Centre de courbure de cette nouvelle Loupe : puisque dans ce cas, chaque filet lumineux tend encore à s'approcher de la Perpendiculaire du Milieu réfractant ; laquelle est dans la *nouvelle Loupe N*, le rayon mené du point d'incidence au centre de courbure, plus loin que le point rendus vroient coïncider tous les rayons réfractés & où déconvergens par la premiere Loupe.

1010. PHÉNOMENE V. *Quand plusieurs Rayons divergens sont dardés sur une Loupe AB : leur réfraction est différente ; selon qu'ils tendent ou plus loin ou moins loin que le centre de courbure.* (Fig. 74).

EXPLICATION. I°. Si ces Rayons divergens F*m* & F*n* ont leur point de divergence au foyer F : ils seront paralleles après leur réfraction *mg* & *nh*. (1007).

II°. Si ces Rayons divergens *bm* & *bn* ont leur point de divergence, plus loin que le Foyer F: ils seront convergens après leur réfraction *mr* & *nr*, qui les rapproche des Perpendiculaires *m*C & *n*C ; & qui les rapproche plus que s'ils partoient du foyer des rayons paralleles, où ils seroient plus divergens.

III°. Si ces Rayons divergens *am* & *an* ont leur point de divergence entre la Loupe & le Foyer F : ils seront divergens, mais moins divergens qu'auparavant, après la réfraction *mv* & *mx* qui les rapproche des Perpendiculaires *m*C & *n*C.

1011. REMARQUE. Plus le Point de divergence de deux Rayons peu divergens, est près de la Loupe réfractante : *plus est petite la réfraction qu'essuient ces deux Rayons.* (Fig 73).

EXPLICATION. Soient les deux Rayons très-peu divergens AM & AN, partis d'un Objet placé plus ou moins loin au-delà de la Loupe réfractante. Ces

Rayons seront moins réfractés par une même Loupe, en *m n* qu'en MN.

La raison en est, que les infiniment petits Plans de la Loupe réfractante, sont d'autant plus inclinés aux rayons AM & AN qui les atteignent; que ces Rayons sont plus éloignés l'un de l'autre en MN, qu'en *m n*.

Cette réfraction peut aller jusqu'à rendre convergens & coïncidens en un point F, les Rayons AMF & ANF, après leur réfraction. Dans ce cas, ces Rayons formeront image au point F; & l'Objet A sera vu en F, par un œil placé en O. (972 & 912).

PHÉNOMENES DES VERRES CONVEXES, RELATIVEMENT A LA VISION.

Les Observations expérimentales que nous venons de présenter & d'expliquer au sujet des Verres convexes, servent à rendre raison d'une foule de variétés que l'on observe dans les Effets produits par un *même Verre convexe*, relativement à un même Objet : selon que ce Verre est plus près ou plus loin de l'objet; selon que l'Œil est plus près ou plus loin du Verre réfractant. Nous allons exposer & développer les principaux Phénomenes que présentent en ce genre, les Verres convexes.

1012. PHÉNOMENE I. *Un Objet quelconque, vu à travers une Loupe, par un Œil placé entre le Foyer & le centre de courbure de cette Loupe, paroît & plus grand & plus éclairé & moins éloigné, qu'il ne paroîtroit à la vue simple* (Fig. 76).

EXPLICATION. Soit un Objet AB, vu à travers la Loupe *mn*, par un œil placé en D, entre le Foyer F & le centre C de courbure.

I°. Je dis d'abord, que l'Objet AB doit paroître *plus grand*, qu'il ne paroîtroit à la vue simple; & en voici la raison.

S'il n'y avoit point de Loupe, entre l'œil de l'objet AB : les extrémités A & B de cet objet, feroient vues fous un angle optique *v* D *x*, égal à l'angle optique A D B, lequel détermine la grandeur apparente de cet objet. (917).

Mais, à caufe de la réfraction qu'effuient les rayons lumineux *m* A *o* & *n* B *a*, en traverfant la Loupe ; réfraction qui les rapproche tous de l'axe RCF : le point A eft vu par le moyen du rayon réfracté & coudé A *m* D ; & le point B, par le moyen du rayon réfracté & coudé B *n* D.

L'Objet AB eft donc vu fous l'Angle optique *m*D*n*, plus grand que l'Angle optique A D B. Cet objet A B, vu à travers la Loupe, paroîtra donc *plus grand*, qu'il ne paroîtroit à la vue fimple.

II°. Je dis enfuite, que l'Objet AB doit fe montrer *plus éclairé*, ou fe montrer avec plus de clarté & de lumiere, qu'il ne le feroit en fe montrant à la vue fimple.

La raifon en eft, que chaque Point de l'objet AB, eft rendu fenfible & vifible à l'œil D, par un petit cône de rayons divergens A *m o* D, B *n x* D, qui deviennent moins divergens en fe réfractant inégalement dans la Loupe ; & qui, en fe rapprochant tous de l'axe RCF, forment des Cônes lumineux plus denfes, & fe portent en beaucoup plus grande quantité dans l'œil D.

Chaque Point de l'Objet A B, étant tracé & deffiné dans l'œil D, par une Touffe de rayons plus denfe & plus forte : on fent aifément que cet objet A B doit fe montrer *plus éclairé*, ou fe montrer avec une plus grande clarté & avec une plus grande lumiere, qu'il ne le feroit en fe montrant à la vue fimple.

III°. Je dis enfin, que l'Objet AB doit paroître *moins éloigné*, qu'il ne paroîtroit à la vue fimple ; & en voici encore la raifon.

Quoique l'Objet AB soit vu réellement en *ab*, au sommet des Cônes lumineux *m a o* & *n b x*; & par conséquent, plus loin qu'il n'est en effet (1008) : l'abondance de Lumiere sous laquelle cet Objet AB est peint dans l'œil D, le fera paroître beaucoup moins loin de l'œil, qu'il ne l'est en réalité ; & l'œil le verra & le placera *fort près de lui*, entre le point R & les points AB.

Si une même Personne fixe à la fois un *Objet quelconque*, & avec un œil appliqué à une Lunette d'approche, & avec l'autre œil livré à sa simple action naturelle : cet objet sera vu en AB, par le moyen de la vue simple ; sera vu en même tems entre la Lunette & les Points AB, par le moyen de la Lunette : ce qui démontre d'une maniere bien simple & bien sensible, ce que nous avions ici à établir ; savoir, qu'un Objet vu à travers une Loupe, paroît *moins éloigné* qu'il ne paroîtroit à la vue simple.

1012. II°. REMARQUE. La théorie s'accorde parfaitement avec l'expérience, à placer réellement l'image *ab* de l'objet AB, au-delà de cet objet. (*Fig.* 76).

Car, si de deux Lignes divergentes *m* A *o*, par exemple, l'une vient à s'incliner plus que l'autre ; ainsi que la chose arrive & doit arriver dans la Réfraction en *m v* : il est clair que leur Point de concours ou de coïncidence, doit s'éloigner, au lieu de se rapprocher de la Loupe réfractante *m o v*. Le Point A, au lieu d'être vu en A, sera donc vu plus loin en *a*.

Mais, comme chaque Point de l'image *a b*, est peint & tracé dans l'Œil D, par une très-dense & très-vive lumiere ; cette Image sera jugée être beaucoup moins loin de l'œil, qu'elle ne l'est effectivement : par la raison que, toutes choses étant égales d'ailleurs, un *Objet connu* nous paroît d'autant plus

près de nous, qu'il se montre sous un plus grand angle optique & qu'il brille en lui-même de plus de Lumiere. (927).

Chaque point de l'Objet AB, tel que le *Point A*, darde sur la Loupe réfractante une foule *d'autres Rayons AR*, qui sont sans aucun effet, ou qui sont perdus & comme non avenus, par rapport à l'œil D : par la raison qu'après leur double réfraction, ils se portent en M au dessous de l'œil. Ces Rayons ARM iront tracer le Point A, dans un œil placé en M, & non dans un œil placé en D : ils doivent donc être regardés comme nuls, relativement à l'œil D.

Dans l'explication de ce premier Phénomene, se trouve foncierement toute la théorie des Lunettes d'approche, des Microscopes, & de quelques autres Instrumens de Dioptrique, dont nous parlerons bientôt.

1013. PHÉNOMENE II. *Un Objet que l'on regarde à travers une Loupe, paroît tantôt au-delà de la Loupe & dans sa situation naturelle ; tantôt en deçà de la Loupe & dans une situation renversée ; & dans le passage de l'une à l'autre de ces deux situations, l'Objet ne présente point d'image, ou ne présente qu'une image extrêmement confuse.* (Fig. 77).

EXPLICATION. I°. Un Objet vu à travers une Loupe, peut paroître au-delà de la loupe, & à peu près dans sa situation naturelle : comme dans le Phénomene que nous venons d'expliquer. (1012).

Mais il faut pour cela, que l'*Objet S* soit placé entre la Loupe & le Foyer F des Rayons paralleles. Dans ce cas, cet Objet S sera vu en *s* dans sa situation naturelle, par un œil placé en T, lequel sera affecté par le Cône lumineux SVT.

II°. Si l'*Objet F* est placé au Foyer F des rayons paralleles : tous les Rayons qu'il darde ou qu'il répercute sur la Loupe réfractante, en sortent paral-

leles, & arrivent paralleles dans l'Œil N. (1008).

Dans ce cas, l'Objet F cesse d'être vu, ou n'est vu que très-confusément par un œil bien constitué: parce que, pour que la Vision ait lieu dans un Œil bien constitué; il faut que les Rayons dardés ou répercutés par chaque point de l'objet visible, arrivent dans l'œil un peu divergens. (910 & 1040).

III°. Si l'*Objet R* est placé au-delà du Foyer F des Rayons paralleles: tous les Rayons divergens qu'il darde de chacun de ses points sur la Loupe réfractante, tombent sur des plans plus éloignés de l'axe, plus inclinés à leur direction, que s'ils partoient du foyer des rayons paralleles.

Or, s'ils partoient du Foyer des Rayons paralleles, ils seroient paralleles après leur réfraction. Donc après avoir essuyé une réfraction plus considérable que s'ils partoient du foyer des Rayons paralleles; les Rayons divergens RP, seront convergens PZX, & coïncideront en un point X, où ils formeront image.

Un Œil bien constitué, placé en Z ou en X, ne verra point l'objet R: parce que la Touffe lumineuse PZX, n'est point divergente. Mais un Œil bien constitué, placé en A, verra l'objet R en X, en deça de la Loupe réfractante. (912).

1013. II°. REMARQUE. Un Objet que l'on voit hors de son vrai lieu, entre l'œil & la Loupe, se montre dans une *Situation renversée.* Par exemple, l'objet AB, qui se trouve placé au-delà du Foyer F de la Loupe MN, est vu en *ba*, dans une situation renversée, par un œil placé en D. (*Fig.* 79).

La raison en est, que le point A est vû par le moyen du rayon réfracté AN*a*D; & le point B, par le moyen du rayon réfracté MB*b*D. De tous les rayons que dardent ou répercutent les Points A & B, il n'y a que les rayons AN & BM, croisés en C, qui arri-

vent dans l'œil D avec une divergence propre à rendre visible à cet œil, les points A & B.

On voit déjà ici en partie, le mécanisme physique des Lunettes d'approche; qui font voir un objet AB, en *ba*, sous un plus grand Angle optique MDN.

1014. PHENOMENE III. *Un Objet unique, que l'on regarde à travers un Verre à facettes, est vu en plusieurs endroits différens.* (Fig. 75).

EXPLICATION. Soit MNK un Verre à facettes planes, à travers lequel on regarde l'Objet A. Cet objet A, sera vu en *a*, en *b*, en *c*, par un Œil placé en R.

I°. Tous les filets lumineux qui composent le Cône AM, se rapprochent de la perpendiculaire menée dans le Milieu réfractant ; & arrivent moins divergens dans l'œil R. (988 & 912).

Cet œil verra donc d'abord en *a* l'objet A, par le moyen du cône lumineux moins divergent RM, qui va coïncider en *a*.

II°. Tous les filets lumineux qui forment le Cône AN, se rapprochent aussi de la Perpendiculaire menée de la surface plane N, dans le Milieu réfractant. Et comme les uns sont plus inclinés que les autres à la surface N : les plus obliques se rapprochent plus que les autres de la Perpendiculaire (990) ; & ce Cône réfracté NR arrive moins divergent dans l'œil R.

Cet œil verra donc encore l'objet A en *b*, par le moyen du cône lumineux & moins divergent RN, qui va coïncider en *b*.

III°. Par la même raison, l'objet A sera encore vu en *c*, par le moyen du Cône réfracté AKR, dont la base est dans l'œil, & dont la pointe est en *c*.



PARAGRAPHE QUATRIEME.

PHÉNOMENES DE LA RÉFRACTION, DANS LES VERRES CONCAVES.

1015. OBSERVATION. LA Théorie détaillée & développée que nous venons de donner au ſujet des Verres convexes, pourroit abſolument ſuffire pour faire entendre les différens Phenomenes des *Verres concaves*; qui dans leur ſtructure & dans leurs effets, ſont en général l'oppoſé des verres convexes.

Il ne ſera cependant pas inutile d'entrer dans quelque détail en ce genre. (*Fig.* 80).

Soit donc le *Verre concave FGHK*, dans lequel nous allons obſerver les *principaux Phénomenes de la Réfraction*, que nous réduirons aux trois ſuivans.

1016. PHÉNOMENE I. *Les Rayons paralleles dans leur incidence, en paſſant de l'Air dans un Verre concave, deviennent divergens dans leur réfraction.*

EXPLICATION. Soient trois Rayons A*a*, *mn*, *vx*, paralleles entre eux & paralleles à l'axe AB; qui paſſent de l'Air, dans un Verre concave; & de ce verre, dans l'air. (*Fig.* 80).

I°. Le Rayon A*a*, qui a ſa direction par les deux Poles *a* & *b*, & par les deux Centres de courbure A & B, ne ſouffre aucune réfraction : parce qu'il eſt perpendiculaire par-tout à la ſubſtance réfractante qu'il pénetre. (987).

II°. Le Rayon *mn*, pararelle au Rayon A*a*, ſe réfracte en *n*, en paſſant obliquement de l'air dans le verre; & prend la direction *no*, s'approchant de la Perpendiculaire *n*K. (988 & 1005).

Enſuite ce Rayon *no*, en paſſant obliquement du verre dans l'air, ſe réfracte encore; & prend la direc-

tion *op*, en s'éloignant (989) de la Perpendiculaire *o*B menée du verre dans le Milieu aérien. (1005).

III°. Par la même raiſon, le Rayon *vx*, parallele au Rayon *lmn*, ſe réfracte en *x* & en *y*; & prend la direction *vxyz*.

Ces Rayons paralleles dans leur incidence, deviendront donc divergens en paſſant de l'Air dans le Verre concave; plus divergens encore, en paſſant du Verre concave dans l'Air.

1017. PHENOMENE II. *Les Rayons convergens dans leur incidence, qui paſſent de l'Air dans un Verre concave, deviennent moins convergens dans leur réfraction, qui peut aller juſqu'à les rendre paralleles ou même divergens.* (*Fig.* 78).

EXPLICATION. Soient les Rayons *rs*, *mn*, *Aa*, convergens dans leur incidence; & qui vont ſe réfracter dans un Verre concave.

I°. Le Rayon A*a* & le Rayon *rs* coïncideroient en B; s'ils n'eſſuyoient aucune réfraction.

Le rayon A*a*, qui a ſa direction dans l'axe AB, & qui eſt toujours perpendiculaire au Milieu réfractant, ne ſouffre aucune réfraction. (987).

Mais le rayon *rs*, oblique au Milieu réfractant, au lieu de ſuivre ſa primitive direction *rs*B, ſe réfracte en entrant dans le Verre; & s'approche de la Perpendiculaire *sp*. (988 & 1005).

Ce rayon *rs* prend donc la direction coudée *st*, qui peut devenir parallele à la direction *ab*.

Les Rayons convergens *rs* & A*a* deviennent donc moins convergens dans leur réfraction, qui peut aller juſqu'à les rendre paralleles.

II°. Les Rayons *ab* & *st*, après avoir traverſé le Verre concave, paſſent dans l'Air, où nous allons obſerver leur marche.

En ſuppoſant que le Rayon *ab*, perpendiculaire

au Milieu réfractant, ne souffre aucune réfraction; il est clair que le Rayon *st*, oblique au Milieu aérien qui est pour lui un Milieu sphériquement convexe, doit se réfracter en *t*, en s'éloignant de la perpendiculaire *t* B : ce qui lui donnera la direction *rstv*, qui sera ou qui pourra être divergente par rapport à la direction A *a b* B.

III°. Le Rayon *rs* & le Rayon *mn*, convergens dans leur incidence, deviendront moins convergens dans leur premiere réfraction *st* & *no*; moins convergens encore dans leur seconde réfraction *tv* & *oq* : ce qui peut aller jusqu'à les rendre paralleles ou même divergens.

1018. PHÉNOMENE III. *Les Rayons divergens dans leur incidence, qui passent de l'Air dans un Verre concave, ne souffrent aucune réfraction dans le Verre, s'ils divergent du Centre de courbure; deviennent plus divergens, s'ils divergent de plus loin que le centre de courbure; deviennent moins divergens, s'ils divergent de plus près que le centre de courbure.* (Fig. 83).

EXPLICATION. I°. Les Rayons CR & C*v*, qui ont leur point de divergence au centre de courbure C, sont perpendiculaires au Milieu réfractant. Ils ne souffrent donc aucune réfraction dans ce Milieu; & ils continuent à se mouvoir au sein du Verre concave, dans leurs primitives directions CRS & C *vx*.

Mais en sortant du Verre, le Rayon *vx* s'infléchit dans la direction *vxy*, en s'éloignant de la Perpendiculaire *x* D : ce qui rend plus divergens les rayons CRSD & C*vxy*, quand ces rayons deviennent émergens. (989 & 1005).

II°. Les Rayons MR & M*n*, qui ont leur point de divergence plus loin que le Centre de courbure C, deviennent plus divergens dans le Verre concave. Car, en supposant que le rayon MCRSD, par-tout

perpendiculaire aux Milieux réfractans, ne souffre aucune inflexion ; il est clair que le rayon M*n*, oblique au Milieu réfractant, doit souffrir une réfraction *no*, qui l'approchera de la Perpendiculaire *np*. (988).

En sortant du Verre concave, le Rayon *no* souffre une seconde réfraction *oq*, qui l'éloigne de la Perpendiculaire *o*D ; & qui l'écarte encore davantage du rayon MCRD.

III°. Les Rayons *a*R & *am*, qui ont leur divergence entre le Verre concave & le Centre de courbure C, deviennent moins divergens dans le Verre.

Car, en supposant que le rayon *a*RS soit sans aucune réfraction : il est clair que le rayon *am* doit se réfracter en s'approchant de la perpendiculaire *m*P ; & prendre dans le Verre concave, la direction coudée *amb*, moins divergente que la direction *amr*. (888 & 1005).

Le Rayon *mb*, en sortant du Verre concave, quitte la direction *mbt* ; pour prendre la direction *bc*, qui l'éloigne de la perpendiculaire *b*D du nouveau Milieu. (989 & 1005).

1019 REMARQUE. Ce que nous venons d'observer sur les Verres à double concavité, suffit pour faire connoître la marche des rayons réfractés dans les *Verres concaves d'un côté & plans de l'autre* ; dans les *Verres concaves d'un côté & convexes de l'autre*, que l'on nomme *Menisques*, quand les deux Surfaces convexe & concave, sont paralleles. Par exemple, (*Fig*. 85) :

I°. Soit un *Menisque AB*, qui ait pour centre de sa double courbure le point C, & sur lequel tombent les deux rayons paralleles C*d* & *mn*.

D'abord, en supposant que le rayon C*d*, perpendiculaire au Milieu réfractant, ne souffre aucune réfraction : il est clair que le rayon *mn*, oblique au milieu réfractant, doit prendre la direction *no*, en s'approchant

s'approchant de la perpendiculaire *np*. Ce rayon *no*P deviendra donc divergent par rapport au rayon C*db*. (988 & 1005).

Ensuite le Rayon *no*, en passant obliquement du Verre dans l'air, s'éloignera de la perpendiculaire *o* P; & prendra la direction *oq* : ce qui lui rendra à peu près son premier parallélisme. Mais les rayons émergens *oq* & *b*F, sont plus écartés l'un de l'autre, que les rayons incidens *mn* & C*d*. (989).

Par la raison contraire, si deux Rayons paralleles *qo* & F*b* tombent sur la partie convexe d'un Menisque, parallélement à l'axe FG : les Rayons émergens *nm* & *d*C seront à peu près paralleles ; & plus rapprochés l'un de l'autre, que les rayons incidens.

D'où il résulte qu'*un Menisque raréfie la Lumiere qui tombe sur sa partie concave ; & condense la Lumiere qui tombe sur sa partie convexe.*

II°. Soit RS un *Verre concave d'un côté & plan de l'autre*, sur lequel tombent parallélement à l'axe, les Rayons paralleles entre eux *cd* & *mn*. (*Fig.* 84).

Le Rayon *cd*, que nous supposerons perpendiculaire au Milieu réfractant & dardé dans la direction de l'axe, ne souffre aucune réfraction. (987).

Mais le Rayon *mn*, oblique au Milieu réfractant, s'infléchit vers la perpendiculaire *np* ; & prend la direction coudée & divergente *mno*.

Ensuite ce Rayon *no*, en passant du Verre dans l'Air, s'éloigne de la Perpendiculaire *o*P ; & prend la direction coudée & encore plus divergente *noq*.

Mais la divergence *oq* est moindre, que si le Verre étoit concave des deux côtés : parce que le Rayon émergent est moins incliné au milieu réfractant ; que si ce Milieu aérien étoit convexe dans un Verre concave. (1005).

1020. COROLLAIRE. *Les Verres concaves font voir*

les Objets qui sont placés au-delà de leur centre de courbure, plus près qu'on ne le verroit à la simple vue ; plus petits qu'ils ne sont ; & avec moins de clarté.

EXPLICATION. I°. Un Objet que l'on regarde à travers un Verre concave des deux côtés, paroît *plus près ou moins éloigné*, qu'on ne le verroit à la simple vue. Car soit un Objet A, vu à travers un Verre concave. (*Fig.* 82).

Les Rayons divergens A *t* & A *v*, qui vont peindre le point A dans l'œil D, deviennent plus divergens en passant de l'Air dans le Verre, & du verre dans l'air. (1018).

Ils arrivent donc plus divergens *tx* & *vz* dans l'œil D ; & ils coïncident *moins loin du Verre*, en un point *a*, où est vu le point lumineux ou illuminé A. (912).

II°. Un Objet que l'on regarde à travers un Verre concave, paroît *moins éclairé* qu'on ne le verroit à la simple vue : soit parce que le Verre intercepte une partie des rayons qui arriveroient dans l'œil ; soit parce que les Rayons qui passent à travers le verre & qui arrivent dans l'œil, y arrivent plus divergens, & par conséquent plus raréfiés.

III°. Un Objet que l'on regarde à travers un Verre concave, paroît *plus petit* qu'il ne paroîtroit à la simple vue : parce qu'il est vu sous un moindre Angle optique. Par exemple, (*Fig.* 81) :

Soit l'Objet AB, vu à travers le Verre concave MN, par un Œil O. Si le Verre concave disparoissoit, l'Objet AB seroit vu sous l'angle optique AOB, par le moyen des rayons A*m*O & B*n*O.

Mais le Verre concave MN étant placé entre l'œil & l'objet : le point A est vu par le moyen du rayon doublement réfracté A*v x*O, qui est un cône lumineux dont le sommet est en *a* : le point B est vu par

le moyen du rayon doublement réfracté B*rs*O, cône dont le sommet est en *b*: comme nous venons de le faire voir, en expliquant comment & pourquoi les Verres concaves font voir les Objets, plus près qu'ils ne sont en réalité.

1020. II°. REMARQUE. La *Vision des Objets à travers les Verres concaves*, exige encore ici quelques considérations particulieres. (*Fig.* 82).

I°. Les deux Rayons convergens A*v* & B*r*, qui vont peindre les extrémités de l'objet AB dans l'œil O, perdent dans le Verre concave une partie de leur convergence; se rapprochent du parallélisme; & tracent dans l'œil l'objet AB, sous l'angle optique *x*O*s* ou *a*O*b*, plus petit que AOB. (1017).

L'objet AB, vu sous un angle optique plus petit *a*O*b*, doit donc paroître moins grand qu'on ne le verroit à la simple vue. (917).

II°. Les Rayons A*m* & B*n*, devenus moins convergens dans leur double réfraction, se portent l'un au-dessus & l'autre au-dessous de l'œil. Ces deux Rayons n'entrent donc pour rien dans la vision de l'objet AB. (*Fig.* 82 & 81).

III°. Si l'Objet A ou l'Objet AB étoient placés entre le Verre concave & le centre de courbure C de ce Verre; on n'auroit pas les *trois Effets* dont nous venons de parler dans ce dernier Corollaire, du moins dans un degré aussi marqué: parce que dans ce cas, l'inflexion des Rayons dans le Verre concave MN ou *tv*, seroit diamétralement opposée à celle dont nous venons de faire mention: comme on le concevra facilement, d'après ce que nous avons observé & démontré dans l'explication du troisieme Phénomene précédent. (1018).

PARAGRAPHE CINQUIEME.

PHÉNOMENES DE LA RÉFRACTION, DANS LES DIVERS INSTRUMENS DE DIOPTRIQUE.

LA *Magie infernale*, ou l'Art ſacrilége d'opérer des effets ſupérieurs aux forces de la Nature par le miniſtere des Démons, fut la maladie ou la folie de la Superſtition, de la Stupidité, de la Corruption, dans des ſiecles d'ignorance.

La *Magie des Arts*, ou l'Art ingénieux d'opérer des effets ſurprenans par des Moyens phyſiques, ignorés du Vulgaire, fut le fruit & fit les delices du génie, dans les ſiecles éclairés.

Cette Magie des Arts, doit ſes plus brillantes merveilles à la Dioptrique : Science qui apprend à rapprocher ou à éloigner immenſement les Objets viſibles ; à les faire voir où ils ne ſont pas, ſous des formes & ſous des couleurs qu'ils n'ont point, tantôt multipliés, tantôt aggrandis, tantôt rapétiſſés indéfiniment.

Nous allons faire connoître les différentes eſpeces d'Inſtrumens qu'emploie la Dioptrique, pour opérer ces effets merveilleux.

LES DIVERS MICROSCOPES.

1021. DÉFINITION. Les *Microſcopes*, dont l'invention & l'uſage ne remontent guere que vers le milieu ou vers le commencement du dernier ſiecle, ſont des Inſtrumens deſtinés à rendre viſibles avec la plus grande clarté, des Objets comme infiniment petits, que leur ténuité dérobe à la vue. (921).

Les Microſcopes, qui nous rendent nettement viſibles les Objets les plus imperceptibles ; les Téleſcopes, qui nous mettent comme ſous les yeux, les

Objets immenſement éloignés : tels ſont les deux grands moyens par où la Phyſique a ſi fort étendu ſes lumieres, dans ces deux derniers ſiecles.

Par le moyen des Téleſcopes, l'immenſité des Cieux, en s'aggrandiſſant comme à l'infini ſous ſes regards, s'eſt en quelque ſorte rapprochée d'elle, s'eſt ſoumiſe à ſes obſervations & à ſes calculs. Elle y a vu de nouveaux Soleils, de nouvelles Planetes, de nouveaux Mondes de toute grandeur : elle y a infiniment mieux connu, les Mondes connus de tout tems.

Par le moyen des Microſcopes, elle s'eſt frayé une route libre & sûre dans la Région auparavant inconnue des infiniment Petits. Elle a découvert autour d'elle un *nouvel Univers*, infiniment digne de ſon admiration : elle y a vu & obſervé mille & mille nouvelles eſpeces d'Etres vivans & végétans, qui juſqu'alors avoient échappé à ſa vue, & dont elle ne ſoupçonnoit pas même l'exiſtence.

Par ce double moyen, l'indéfiniment grand & l'indéfiniment petit ſont devenus également de ſon reſſort.

Nous allons donner une idée ſuffiſamment développée du *Microſcope ſimple*, du *Microſcope composé*, du *Microſcope ſolaire*. L'Expérience ſuivante eſt relative à ces trois ſortes de Microſcopes, mais ſur-tout au Microſcope ſimple. (*).

1022. EXPÉRIENCE. *Si avec la pointe d'une Aiguille, on perce une Plaque de métal ou une Carte à jouer ; & qu'à travers cette petite Ouverture, on regarde un petit Objet placé très-près de l'œil : cet Objet paroîtra incom-*

(*) ETYMOLOGIE. Microſcope : de μικρος, parvulus, *très-petit* ; & de σκοπεω, video, *je vois*. *Inſtrumentum, cujus ope parvula & inſenſibilia videntur Objecta.*

parablement plus grand, que si on le voyoit à vue découverte & libre. (Fig. 87).

EXPLICATION. Soit MN, une Carte à jouer, ou une Plaque de métal fort mince; *v*, une petite ouverture formée par la piquûre d'une Aiguille; F D, la Rétine d'un Œil placé très-près de l'ouverture *v*; AB, un petit Objet placé très-près de l'ouverture *v*.

I°. Si la Plaque ou la Carte MN disparoissoit l'*Objet AB* ne seroit point vu nettement & distinctement: parce que les Rayons divergens *r* A *o* & *r* B *o*, qui partent en touffe de tous les points de l'Objet pour se rendre dans la prunelle de l'œil trop voisin de l'objet, ont trop de divergence pour être réfractés dans l'œil de maniere à les faire coïncider sur la rétine en *c* & en *e*: ce qui est cependant nécessaire pour que la Vision soit nette & distincte.

Il est visible que plus un Œil s'éloigne d'un Point lumineux ou illuminé *S* (*Fig.* 32), moins est divergente la Touffe de rayons ASB, CSD, FSG, qu'il en reçoit; & que moins une touffe de Rayons est divergente, plus la réfraction de l'œil la ramene facilement à la coïncidence.

En supposant toujours qu'il n'y a point de Plaque MN entre l'œil P & l'objet AB : quand l'œil se sera suffisamment éloigné de l'objet AB, pour le voir distinctement; cet objet AB sera vu sous l'angle optique A *v* B. (*Fig* 87).

II°. Mais quand la Plaque MN est placée entre l'œil & l'objet très-peu éloigné AB : l'œil, au lieu de recevoir des points A & B un faisceau de Rayons divergens *r* A *o* & *r* B *o*, qui aient besoin d'un certain degré de réfraction pour coïncider justement sur sa rétine, n'en reçoit pour ainsi dire qu'un Rayon simple A *v* & B *v*, qui fait toujours une impression nette & distincte dans l'œil.

Dans ce cas, l'Œil voit l'objet AB, par le moyen des rayons A*v* & B*v*, que l'on peut considérer comme *deux Rayons simples ;* ou comme *deux infiniment petits Cônes lumineux*, dont la base est l'ouverture *v ;* qui ont très-peu de divergence ; & auxquels l'Œil donne la réfraction convenable pour les faire coïncider justement sur sa rétine.

III° Les Rayons simples A*v* & B*v*, en passant par l'ouverture *v*, souffrent une inflexion A*v*D & B*v*F, qu'ils ne souffriroient point dans l'Air, si la Plaque MN disparoissoit : quelle que soit la Cause physique de cette inflexion.

Ces Rayons A*v* & B*v* arrivent donc infléchis dans la prunelle P ; & vont coïncider en D & en F sur la rétine.

Le point A est donc vu en *a*, & le point B en *b*, aux points où coïncident les rayons qui affectent l'œil ; & l'objet AB se montre à l'œil sous l'angle optique *avb*, plus grand que l'angle optique A*v*B.

L'objet AB, vu en *ab*, paroît donc beaucoup plus grand qu'il ne paroîtroit à la vue libre & découverte. (912 & 917).

IV°. Mais quelle est la Cause qui infléchit les rayons A*v*D & B*v*F, au moment où ils enfilent la Plaque MN, par la petite ouverture *v* ?

Ces Rayons sont détournés de leur route : ces Rayons essuyent une *vraie & réelle Déviation.* Est-ce par voie de réflexion ? Est-ce par voie de réfraction & d'attraction ?

Les modernes Physiciens s'accordent assez généralement à attribuer cette inflexion ou cette déviation des Rayons qui enfilent la petite ouverture de la Plaque ou de la Carte MN, à un *Pouvoir attractif & réfractant*, dont nous parlerons encore ailleurs, en traitant de la Déviation de la Lumiere. (985 & 1862).

V°. Le *Pouvoir de grossir les objets*, ou de les mon-

trer ſous un plus grand Angle optique, eſt attaché en partie aux Loupes & aux Lentilles de verre ou de cryſtal : ainſi que nous l'avons obſervé & démontré précédemment. (1012).

Mais ce Pouvoir de groſſir les objets, n'eſt pas attaché & affecté uniquement à ces Loupes & à ces Lentilles : ainſi que le démontre l'Expérience dont il eſt ici queſtion. Ce Pouvoir dépend principalement des petites ouvertures des Lames de plomb qui enveloppent les Lentilles du côté de l'objet, du moins dans les *Microſcopes ſimples* : leſquels ne ſont point microſcopes en tant qu'ils amplifient l'image des objets, mais ſeulement parce qu'ils font voir les objets avec plus de clarté ; ainſi que nous l'expliquerons bientôt.

1022. II°. REMARQUE. Si, au lieu du *petit Trou*, dont nous venons de parler, on ſuppoſe entre l'Œil & l'Objet, une Lentille de verre *mn*, dont le foyer ſoit à peu près en A B, (*Fig.* 86) :

I°. Les Rayons ſimples A*vd* & B*vf* s'infléchiront comme auparavant, en entrant dans la Lentille couverte d'une petite plaque percée ; & l'Angle viſuel ſera comme auparavant *avb*.

Mais l'Image *ab* ſera de beaucoup plus claire, que quand on voyoit l'objet AB par un ſimple trou ſans Lentille : parce que cette image *ab* ſera formée dans l'œil, non-ſeulement par les rayons ſimples & infléchis *avd* & *bvf* ; mais encore par les rayons collatéraux *man* & *mbn*, qui réfractés par la Lentille, en ſortiront paralleles ou très-peu divergens ; & iront coïncider dans la Rétine ſur les mêmes points que les rayons ſimples *avd* & *bvf*. C'eſt par-là, que les Lentilles font voir les objets plus clairement qu'un ſimple Trou.

II°. Dans les Lentilles, le *Pouvoir d'amplifier*,

vient eſſentiellement de ce que, par leur moyen, on peut voir diſtinctement les objets, à une très-petite diſtance de l'œil.

On peut trouver à peu près, combien de fois groſſit une Lentille, par cette Proportion : la *grandeur apparente* d'un Objet vu par le moyen d'une lentille, eſt à la *grandeur apparente* de ce même objet vu à la vue ſimple & découverte ; comme la *diſtance* à laquelle on verroit diſtinctement cet objet à la vue ſimple, eſt à la *longueur du Foyer de la Lentille.*

Suppoſons la longueur du foyer de la Lentille, d'une ligne, = 1 ; & la diſtance à laquelle on verroit diſtinctement l'objet ſans Lentille, de 8 pouces ou de 96 lignes, = 96 : cette Lentille groſſira environ 96 fois.

Si la longueur du foyer de la Lentille, eſt de 2 lignes, elle ne groſſira que 48 fois ; & ſi la longueur du foyer de la Lentille, n'eſt que d'une demi-ligne, elle groſſira 192 fois.

III°. Nous avons dit que l'Objet AB devoit être placé à peu près au foyer de la Lentille. (*Fig.* 86).

Cet objet AB doit être très-près du foyer, mais cependant un peu en-deçà du foyer, du côté de la Lentille : afin que les Rayons fort divergens qui partent de chaque point de l'Objet viſible AB, ſortent un peu divergens de la Lentille, ſans s'éloigner trop du Paralléliſme. (1010).

Si les Touffes de rayons *a v d* & *b v f* arrivoient parfaitement paralleles dans un Œil bien conſtitué : réfractées par l'œil, elles coïncideroient avant d'atteindre la rétine ; & la Viſion ne ſeroit point nette & diſtincte. (910).

LE MICROSCOPE SIMPLE.

1023. EXPLICATION. Le *Microſcope ſimple* conſiſte dans une ſeule Lentille de verre *mn*, formée de

deux segmens d'une très-petite Sphere. (*Fig.* 86).

I°. Cette *Lentille* est couverte du côté de l'Objet AB, d'une lame de plomb percée au milieu d'un *petit Trou*, tel que le forme la piquûre d'une épingle ou d'une aiguille.

II°. Le *petit Objet visible AB*, placé très-près du foyer F, mais entre le foyer & la lentille, darde sur cette Lentille, des Rayons qui s'infléchissent en passant par le petit trou; & qui vont peindre cet objet dans l'œil, sous un plus grand Angle optique : comme nous venons de l'expliquer dans la Remarque précédente,

III°. Le Microscope simple n'est propre que pour observer de très-petits objets, placés très-près de l'œil : ce qui le rend fort incommode. Pour observer de plus grands objets, il faut recourir au Microscope composé, dont nous allons parler.

Le Microscope composé.

1024. Explication. Le *Microscope composé*, est communément formé de *trois Lentilles C, D, E*, paralleles entre elles; & placées à des distances convenables, que nous indiquerons bientôt. Voici la marche des Rayons dans ce Microscope. (*Fig.* 88).

I°. Soit un *Objet AB*, placé un peu plus loin que le foyer de la Lentille C; & vivement éclairé par le moyen ou d'une Loupe ou d'un Miroir concave de réflexion, qui concentreront sur lui, une grande quantité de lumiere. Chaque point de cet Objet A B sera comme un *Centre de lumiere*, d'où réjaillissent en droite ligne une infinité de Rayons divergens, parmi lesquels nous ne considérerons que ceux qui arrivent & qui se réfractent dans la Lentille C.

D'adord, les Rayons divergens A*m* & A*n*, qui partent du point A & qui divergent de plus loin que le foyer de la Lentille C, se réfractent dans cette Len-

tille & en sortent un peu convergens *md* & *ne* (1010): ils iroient coïncider en H, s'ils ne souffroient aucune nouvelle réfraction.

Ensuite & de même, les Rayons divergens B*m* & B*n*, qui partent du point B & qui divergent de plus loin que le foyer de la Lentille C, se réfractent dans cette lentille, & deviennent convergens *mv* & *nx*: ils iroient coïncider au point G.

II°. La *Loupe D*, plus grande que la Lentille C, doit être placée assez loin de cette Lentille : en telle sorte que les Touffes divergentes CH & CG tombent assez loin de son centre D, & souffrent une forte réfraction.

D'abord, les Rayons convergens *md* & *ne*, qui partent du point A, réfractés par la Loupe D, deviennent plus convergens (1009); se rapprochent de l'axe DO (1007); & vont coïncider en un point *a*, où ils tracent l'image du point A.

Ensuite & de même, les Rayons convergens *mv* & *nx*, qui partent du point B, réfractés par la Loupe D, deviennent plus convergens; & vont coïncider en *b*, où ils tracent l'image du point B. L'image *ba* de l'objet AB, est renversée.

III°. La *Lentille E*, un peu plus petite que la Lentille D, doit être placée en telle sorte qu'elle ait son foyer en *f*, un peu au-delà de l'image *ab*: afin que les Rayons divergens qui composent les deux Touffes lumineuses *br* & *as*, en sortent presque paralleles, mais un peu divergens. (1010).

Les deux Touffes lumineuses *br* & *as*, réfractées par la Loupe ou Lentille E, se rapprochent de l'axe DEO (1007): ce qui les fait arriver dans l'œil O, où elles tracent l'image renversée de l'objet AB sous l'Angle optique *r*O*s*: lequel angle est incomparablement plus grand que celui sous lequel on verroit le même objet AB, à la simple vue.

IV°. Cette *Image très-amplifiée*, est en même tems *très-éclairée* : parce que la lumiere très-dense qui part de l'Objet vivement éclairé AB, se rapproche & se condense de plus en plus jusqu'à un certain point, dans les trois Réfractions qu'elle essuie & qui la conduisent dans l'œil O.

LE MICROSCOPE SOLAIRE.

1025. EXPLICATION. Le *Microscope solaire*, Instrument qui nous vint de Londres en 1743, & qui avoit été inventé peu de tems auparavant par M. Lieberkuin, de l'Académie des Sciences de Berlin, est principalement composé & d'une *Loupe assez grande* & d'une *Lentille très-petite*, placées parallélement à une distance convenable dans un Tube cylindrique, que l'on applique au Trou d'un volet de fenêtre exactement fermée.

Voici la marche des Rayons dans ce merveilleux Instrument, dont nous allons principalement suivre & développer le Mécanisme intérieur : sans nous attacher à en décrire la Figure extérieure BA*mn*MN, qui est connue de tout le monde. Nous le supposons convenablement établi dans une Chambre bien fermée & bien obscure, qui ait une fenêtre MN au midi à peu près. (*Fig.* 93 & 94).

I°. La *Loupe CD*, placée à l'extrêmité du Tube cylindrique hors du volet fermé & percé NM, reçoit, par le moyen du Miroir plan ASB, un grand Rayon solaire RST, d'un pouce ou d'un pouce & demi de diametre. (*Fig.* 93).

Ce Rayon solaire, composé de filets lumineux sensiblement paralleles, & dont la réflexion sur un Miroir plan ne détruit point le Parallélisme, se réfracte dans la Loupe CD, devient très-convergent, & se convertit en un Cône lumineux, dont la pointe est un peu au-delà du point *a*. (947 & 1008).

II°. Dans ce torrent de Lumiere condensée T*a*, non loin de la pointe du cône, on place un Verre plan fort mince EF, parallele aux deux grands cercles des deux Lentilles C D & *mn* : c'est le *Porte-Objets*.

Un très-petit Objet diaphane *a*, par exemple, une puce ou un ciron ou tel autre petit insecte, fixé sur ce Porte-objets EF, est pénétré d'un torrent de lumiere condensée, qui se fait jour à travers ses pores; & qui continue sa route C*an*, D*am*, après avoir passé à travers ce petit objet.

III°. La *très-petite Lentille* mn, dont le Foyer très-court *x* doit être un peu en-deçà du foyer de la Loupe CD, reçoit & réfracte les Rayons C*a* & D*a*, qui ont passé par les pores de l'Objet *a*.

Supposons que la Touffe lumineuse D*a* passe par la tête de l'Insecte; & la Touffe C*a* par la partie opposée à la tête de l'insecte. Que doit-il résulter de là, selon les Loix de la Réfraction?

D'abord, la petite Touffe lumineuse D*a* est composée de Rayons convergens, qui doivent coïncider & devenir divergens entre l'objet *a* & le foyer *x* de la petite Lentille *mn*.

Ces Rayons D*am* arriveront donc divergens sur la Lentille *m*, où ils se réfracteront & deviendront convergens *m*G: parce qu'ils ont leur point de divergence, comme le suppose la position de la Lentille *mn*, un peu plus loin que le foyer *x* de cette lentille. (1010).

Cette petite Touffe lumineuse D*a*, qui a passé par la *tête de l'Insecte* dont elle a pris l'image, ira coïncider au-delà de la Lentille *mn*, en un point G, où elle tracera l'image de la tête de l'Insecte.

De même, la petite Touffe lumineuse C*a* est composée de Rayons convergens, qui passent par la *partie de l'Insecte opposée à la tête*; qui coïncident & deviennent divergens au foyer de la Loupe CD; qui

ont leur point de divergence, plus loin que le foyer de la Lentille *mn* ; qui arrivent divergens dans cette Lentille, où ils se réfractent, où ils deviennent convergens ; & d'où ils vont coïncider en H, où ils tracent l'image de la partie de l'Objet qu'ils ont pénétrée.

IV°. Mais pourquoi l'*image GH de l'Objet*, est-elle si prodigieusement amplifiée ; ou pourquoi le Cône lumineux H*mn*G est-il si notablement plus divergent que le Cône lumineux C*a*D ?

La raison en est, que tous les Filets lumineux qui composent le Cône C*a*D, s'infléchissent & s'écartent fortement, en passant par la petite ouverture de la Lame de plomb qui enveloppe la Lentille *mn* du côté de l'Objet *a* : ainsi que nous l'avons observé & expliqué précédemment. (1022).

1025. II°. REMARQUE. Ce qu'il y a de plus singulier dans le Microscope solaire ; c'est que l'Objet *a* trace indifféremment son image en HG, en *rr*, en *ss*.

La raison en est, que les filets lumineux & convergens *m*G, qui ont passé par un point quelconque de la tête de l'Insecte, très-vifs & très-denses & presque paralleles après leur réfraction, coïncident sensiblement, soit en G, soit en *r*, soit en *s*.

On doit dire la même chose des filets lumineux *n*H, qui ont pénétré la partie de l'objet, opposée à la tête.

Par le moyen du *Microscope solaire*, une Puce se voit, avec la plus grande netteté, grosse comme un mouton ; un Cheveu, comme un manche à ballet ; les Mittes du fromage, comme des tortues de deux ou trois pouces de diametre. (*Fig.* 94).

Mais rien n'est plus curieux que la circulation du Sang, observée avec cet instrument, dans le mésen-

tere d'une Grenouille, ou dans la queue d'un Teſtart. On croiroit voir une Carte géographique, où une foule de rivieres ſeroient animées par un écoulement réel.

Quand l'Objet *a*, placé non loin du foyer de la Loupe CD, eſt expoſé à un degré de chaleur qui le deſſeche ou qui le fait périr trop tôt: on peut l'éloigner un peu de ce foyer, & le rapprocher de la Loupe CD. Par ce moyen, on le verra un peu moins clairement: mais on le verra vivant & animé, un peu plus long-tems.

Les Télescopes de réfraction, ou les Lunettes d'approche.

1026. OBSERVATION. L'invention des *Téleſcopes de réfraction*, fruit ſans doute du haſard, ne remonte guere que vers le commencement du dernier ſiecle: on en ignore l'Auteur.

Molineux, Galilée, Kepler, Huygens, perfectionnerent ces ſortes d'Inſtrumens, auxquels l'Aſtronomie doit ſes plus grands progrès & ſes plus belles découvertes. On les nomma *Lunettes d'approche*: parce qu'elles ſemblent rapprocher les Objets éloignés, que l'on obſerve par leur moyen.

Les Lunettes d'approche, telles qu'on les fait maintenant, ſont compoſées ou de deux ou de quatre *Verres lenticulaires*, placés parallélement & convenablement dans un long Tube: comme nous allons l'expliquer.

Lunettes d'approche a deux Verres.

1027. EXPLICATION. Les *Lunettes d'approche à deux Verres*, ſont compoſées de deux Verres lenticulaires C & D, dont les deux foyers oppoſés ſe réuniſſent en *b a*. (*Fig.* 96).

La grande Lentille C, placée au bout du Tuyau que

l'on tourne vers l'objet AB, se nomme l'*Objectif* : la petite Lentille D, placée à l'autre bout du Tuyau, du côté de l'œil, se nomme l'*Oculaire*. Voici la marche & l'effet des Rayons, dans cette espece de Lunette à deux verres C & D, que nous supposerons terminée en *o*. Les deux autres Verres K & L sont pour une *Lunette à quatre Verres*, dont nous parlerons bientôt.

Soit un Objet AB, placé à une assez grande distance de la Lunette, par exemple, à un quart de lieue ou à une lieue ou plus loin encore. La Lunette à deux Verres CD, étant dirigée vers l'objet AB : cet objet sera vu renversé par un œil placé en *o* ; où se termine cette Lunette.

I°. Le point A darde sur l'Objectif C, une touffe de Rayons un peu divergens *m*A*n* : de même, le point B darde sur le même Objectif, une touffe de Rayons un peu divergens *m* B *n* : ces deux Touffes se croisent en R, avant d'arriver à l'objectif C.

II°. Quoique les rayons A *m* & A *n*, qui partent du point A, soient réellement divergens ; ils sont cependant sensiblement paralleles : parce que dans le Triangle *m* A *n*, dont la base n'est au plus que d'environ un demi-pouce : cette base *m n* est comme nulle en comparaison des côtés *m* A & *n* A, qui sont d'un quart de lieue ou d'une lieue ou plus grands encore. Delà, que doit-il résulter, selon les Loix de la Dioptrique ?

D'abord, les Rayons A *m* & A*n*, qui arrivent paralleles ou très-peu divergens sur la Loupe ou l'Objectif C, se réfractent ; deviennent convergens ; & vont coïncider au foyer de cette Loupe au point *a*, où ils tracent l'image du point qui les darde ou qui les répercute.

La même chose arrive aux Rayons très-peu divergens B *m* & B *n*, qui vont coïncider en *b*, où ils tracent l'image du point B qui les darde ou qui les répercute.

percute. Ces deux Touffes de rayons se croisent en R, sans se troubler dans leur marche & dans leurs fonctions respectives. (901 & 1007).

Ensuite, les rayons convergens *ma* & *na* deviennent divergens au point *a*. La même chose arrive aux rayons convergens *nb* & *mb* qui commencent à diverger au point *b*.

III°. Si au point D on place une Lentille qui ait son foyer en *b*F*a* : les rayons divergens *ar* & *bs*, s'y réfracteront; en sortiront paralleles ou très-peu divergens *ro* & *so*; se rapprocheront de l'axe de la Lentille : ce qui les fera croiser en *o*.

Si donc au point *o* se trouve placé un Œil : le *Point A de l'objet*, sera vu dans la direction *or*, par le moyen du Cône lumineux AC*aro*, qui arrive un peu divergent dans l'œil *o*, & va coïncider moins loin que l'objet A.

De même, le *Point B de l'objet*, sera vu par le moyen du Cône lumineux BC*bso*; qui arrivant un peu divergent dans l'œil placé en *o*, va coïncider moins loin que l'objet B.

Cet *Objet A B* sera vu *renversé* : parce que les rayons qui partent de la partie supérieure de l'objet, se rendent dans la partie supérieure de la rétine : ce qui est le contraire de ce qui arriveroit, si on voyoit le même objet à la vue simple & sans une Lunette d'approche. (913).

IV°. Par ce merveilleux Mécanisme, l'Objet A B sera vu & plus éclairé & plus grand & moins éloigné, qu'à la vue simple. (1012).

Il paroîtra *plus grand* : parce qu'il sera vu sous un plus grand angle optique *ros*.

Il paroîtra *plus éclairé* : parce que tous ou presque tous les rayons qui arrivent sur l'Objectif C, rapprochés par les réfractions, se portent & font leur impression dans l'œil *o*.

Il paroîtra *moins éloigné :* parce qu'il sera vu & plus éclairé & sous un plus grand angle optique ; & que les Cônes lumineux *ro* & *so*, après leur double réfraction, iront coïncider moins loin, que s'ils venoient directement & sans aucune réfraction, de l'objet AB : comme le Cône lumineux OM coïncide moins loin, que s'il partoit immédiatement de l'objet B.

V°. Une chose à bien remarquer dans les Lunettes d'approche, c'est que la Vision ne s'y termine pas à l'objet lui-même AB, mais à l'Image *a b* de cet objet.

Ainsi, dans une Lunette d'approche à deux ou à quatre Verres, c'est l'*image du Corps* vers lequel elle est dirigée, & non le Corps lui-même, qui est l'*objet immédiat de la Vision.*

On peut dire la même chose, au sujet du Microscope composé, du Télescope de réflexion, du Microscope solaire, de la Chambre obscure, de la Lanterne magique, & quelquefois des Miroirs concaves. (*Fig.* 88, 90, 94, 99, 56).

Les *Lunettes à deux verres*, sont les plus claires : parce que la même quantité de lumiere s'affoiblit d'autant moins, qu'elle passe par moins de Lentilles.

Ces Lunettes sont excellentes pour observer les Corps célestes, où il y a peu d'inconvénient à voir les objets dans une situation renversée. Mais pour les Objets terrestres, on aime mieux les voir avec un peu moins de clarté, & leur conserver leur situation naturelle. C'est ce qui fait préférer à cet égard, les Lunettes à quatre verres, dont nous allons parler.

LUNETTES D'APPROCHE A QUATRE VERRES.

1028. EXPLICATION. Les *Lunettes d'approche à quatre Verres*, ne différent de celles que nous venons

de décrire, qu'en ce qu'elles ont deux Lentilles de plus; & que l'Œil se trouve placé en O, au lieu d'être en *o*.

Ainsi, que l'Objet AB, l'Objectif C, & la premiere Lentille D, restent, comme nous venons de l'expliquer: l'image *tba* sera renversée dans l'Œil placé en *o*.

Il s'agit donc de renverser une seconde fois cette image *ba*, ou de la redresser entre K & L, avant qu'elle se porte dans l'œil; & c'est ce que l'on fait par le moyen des deux Lentilles K & L. (*Fig.* 96).

I°. Que la Lenitlle K reçoive le Cylindre lumineux *rov*, composé de rayons sensiblement paralleles! Ce Cylindre lumineux, parti des points A & *a*, ira coïncider en *a* entre K & L, après la réfraction qui rapproche tous ses rayons de l'axe de la Lentille réfractante K. (1007).

De même & par la même raison, le Cylindre lumineux *sot*, parti des points B & *b*, ira coïncider en *b*, après sa réfraction.

On aura donc, entre les deux Lentilles K & L, une *nouvelle image de l'Objet AB*, laquelle aura la même situation que l'objet. Il s'agit de conduire cette image dans l'œil O.

II°. Pour obtenir cet effet, soit placée en L une troisieme Lentille, qui ait son foyer en *abf*. Les Rayons divergens *az* & *bx*, s'y réfracteront; en sortiront paralleles ou très-peu divergens *z*O & *x* O (1010); se rapprocheront de l'axe de la Lentille: ce qui les fera croiser en O.

Un *Œil placé en O*, verra l'objet AB, à peu près comme nous avons dit qu'il le voyoit du point *o* dans la Lunette à deux verres: avec cette différence, que l'Objet A B sera vu dans sa situation naturelle; & non dans une situation renversée, comme dans la Lunette à deux verres.

La raison en est, que les Rayons qui partent de la partie supérieure de l'Objet, se rendent dans la partie inférieure de la rétine : comme la chose arrive naturellement, quand on voit un objet à la vue simple.

1029. REMARQUE I. Les trois Lentilles D, K, L, doivent être renfermées & fixées dans un Tuyau à part, que l'on puisse approcher ou éloigner de l'Objectif C. (*Fig.* 96).

La raison en est, que les Rayons que darde chaque point éclairé d'un objet sur l'objectif C, n'ont point toujours & partout un égal degré de divergence.

I°. Plus l'Objet est éloigné, plus est petite la divergence des Rayons que reçoit l'Objectif ; & réciproquement, moins l'objet est éloigné, plus est grande la divergence de ces rayons.

Les Rayons divergens AC, réfractés par l'Objectif, ne coïncident donc pas toujours précisément dans un même point *a* : mais tantôt un peu plus près, quand l'objet A est fort éloigné ; & tantôt un peu plus loin, quand l'objet A, beaucoup moins éloigné, darde sur l'Objectif, des rayons plus divergens.

Il faut donc que la Lentille D, dont le foyer doit répondre précisément aux points *b* F *a* où coïncident les rayons réfractés par l'Objectif C, puisse s'approcher ou s'éloigner de l'objectif : pour atteindre toujours avec précision les points variables où se forme tantôt plus près & tantôt plus loin la premiere Image *b* F *a* ; selon que l'objet AB, vers lequel est dirigée la Lunette, est plus ou moins éloigné.

II°. La différente conformation des yeux, peut exiger plus ou moins de divergence, dans les Rayons *z* O & *x* O, qu'ils reçoivent & qu'ils réfractent : comme nous l'expliquerons ailleurs.

La mobilité des trois Lentilles, procure aux yeux diversement conformés, le *degré convenable de diver-*

gence, que doivent avoir les Rayons qui viennent les affecter. Car, si la Lentille D s'approche de l'image *b*F *a*, elle rend plus convergens les Rayons *s o* ou *r o* qu'elle réfracte; & si cette même Lentille D s'éloigne de l'image *b*F *a*, elle rend moins convergens les Rayons *s o* & *r o*, après leur réfraction. (1010).

Par ce moyen, l'Œil O voit le *Point B* de l'objet AB, au point M où coïncideroit le Cône lumineux *x* O. On peut dire la même chose, de *tout autre point* de l'Objet AB; qui paroîtra par là, & plus grand & plus éclairé & moins éloigné, qu'il n'est dans sa situation naturelle. (1027).

1030. REMARQUE II. Les *Lunettes d'approche*, n'ont pas toutes un même Champ; ne présentent pas toutes avec la même clarté & sous la même grandeur, les mêmes Objets. (*Fig.* 96).

I°. On nomme *Champ*, dans une Lunette d'approche, l'espace plus ou moins grand que l'Œil placé auprès de l'Oculaire en *o* ou en O, découvre & embrasse hors du Tube.

Si l'Œil, placé en *o* ou en O, voit tout l'objet AB, sans découvrir une étendue plus grande que celle de cet objet: l'espace AB sera le *Champ de la Lunette*. Si ce même œil embrasse ou un espace plus grand ou un espace plus petit; l'espace embrassé par l'œil, sera toujours le champ de la Lunette.

Les premieres Lunettes dont on ait fait usage, celles qui furent construites dans les premiers tems de cette importante Découverte, étoient composées d'un *Verre convexe* & d'un *Verre concave*. Le Verre convexe étoit l'Objectif C, qui rendoit convergens en *m a n*, les Rayons divergens *m* A *n*. Le Verre concave étoit l'Oculaire, qui placé à peu près en *d d*, rendoit sensiblement paralleles les Rayons convergens C*b* & C*a*. (1017).

Mais on a abandonné cette *primitive Construction*, cet assortiment d'un Objectif convexe & d'un Oculaire concave, dans les grandes Lunettes ; parce qu'elles donnent un Champ trop petit ; & on ne l'a guere retenue que dans quelques-unes de ces petites Lunettes, auxquelles on donne le nom de Lunettes d'Opéra.

II°. La *clarté de l'Objet*, toutes choses étant égales d'ailleurs, dépend de la *grandeur de l'Objectif C*.

Il est clair que plus cet Objectif est grand, plus est grande la quantité des rayons qu'il reçoit des points A & B de l'objet ; & qui, conduits dans l'œil, y tracent d'autant plus vivement l'image du Point qui les darde ou qui les réfléchit, qu'ils y arrivent en plus grande quantité.

On ne laisse cependant pas aux Objectifs, toute la grandeur qu'ils peuvent avoir : parce que la lumiere qui passe trop près des bords, s'y réfracte moins régulierement que vers le milieu ; s'y décompose comme dans un Prisme ; & envoie dans l'œil, des Images colorées, des Iris, qui troublent la netteté de la vision.

III°. La grandeur apparente des objets, vus par le moyen des Télescopes de réfraction ou des Lunettes d'approche, dépend du rapport plus ou moins grand qu'a le *foyer de l'Objectif* avec le *foyer de l'Oculaire*.

Plus le foyer de l'Objectif est éloigné, & moins est éloigné le foyer de l'Oculaire : plus la Lunette grossit l'objet.

On peut prendre ceci pour Regle générale, en ne faisant attention qu'au *diametre de l'Objet* : la grandeur apparente dans la Lunette, est à la grandeur apparente à la simple vue ; comme la distance de l'Objectif à son foyer, est à la distance de l'Oculaire à son foyer.

Supposons que l'Objectif ait son foyer à une dis-

tance trente fois plus grande que l'Oculaire : le *diametre de l'Objet*, vu par le moyen de la Lunette, paroîtra trente fois plus grand, qu'à la vue simple. La *surface visible du même Objet*, paroîtra par conséquent neuf cents fois plus grande, qu'elle ne paroîtra à la vue simple : puisque les surfaces semblables sont entre elles comme les quarrés de leurs diametres. (*Math.* 496).

IV°. On voit par là, que les Lunettes d'approche, peuvent grossir indéfiniment les Objets. Mais comme elles ne donnent plus de grandeur, qu'en donnant moins de clarté : il faut conserver un rapport convenable, entre la grandeur de l'Objectif & la grandeur de l'Oculaire.

La *longueur d'une Lunette d'approche*, s'estime par l'éloignement du foyer de l'Objectif. Ainsi, une Lunette dont l'Objectif C a son foyer en *ba*, à six pieds de distance, est une Lunette de six pieds ; & ainsi du reste.

1030. II°. REMARQUE III. Les Lunettes d'approche, soit à deux verres, soit à quatre verres, ont besoin d'être *fort longues*, pour grossir beaucoup : ce qui les rend fort embarrassantes.

Elles ont encore un autre défaut : c'est que *les Images qu'elles amplifient jusqu'à un certain point, manquent de clarté & de netteté* : soit qu'on emploie des Lentilles sphériques ; soit qu'on se serve de Lentilles elliptiques ou hyperboliques. L'Expérience a même démontré que la *Figure sphérique* que l'on donne aux Lentilles, tout compensé, est préférable à toutes les autres.

I°. La cause qui empêche les Rayons réfractés de se réunir aussi parfaitement qu'il le faudroit, pour donner aux grandes Images le degré de clarté & de netteté que l'on y desireroit ; c'est la *différente réfrangibilité des Rayons*, qui fait que les uns se réfractent

plus & que les autres se réfractent moins dans le *même Verre* : quelle qu'en soit la figure.

II°. Le desir de parer à ces deux inconvéniens, *à la longueur & au peu de clarté* des Lunettes qui doivent grossir considérablement les objets, fit imaginer les *Télescopes de réflexion*, dont l'invention est due à Newton & à Gregory d'Aberdéen.

Comme le Télescope de Gregory, est le plus commode & le plus en usage, c'est celui que nous décrirons & que nous expliquerons d'abord de préférence.

III°. On est venu à bout dans ce siecle, depuis un certain nombre d'années, de parer à ces *deux mêmes inconvéniens* des Lunettes d'approche, en formant *leurs Objectifs*, de trois Verres de différente densité (1664); qui par leur nature & par leur configuration, deviennent propres à réfracter uniformément les Rayons inégalement réfrangibles de la Lumiere.

Nous avons observé précédemment qu'un Prisme décompose la Lumiere en sept couleurs différentes, qui forment le *Spectre coloré*; & qu'une Loupe en recueillant les sept couleurs de ce Spectre coloré, les ramene à une *Couleur unique*.

Il arrive ici quelque chose de semblable. Les Couleurs que divise & que disperse le *premier* des trois Verres qui forment l'Objectif des Lunettes acromatiques, & qui iroient former des Iris à son Foyer où doit être tracée l'*Image de l'Objet*, sont réfractées en un sens contraire, & ramenées à une couleur unique, par les *deux autres Verres*.

On pourra prendre une idée générale de cet *Objectif à trois Verres*, dans notre Cours complet de Mathématiques élémentaires, sous le troisieme Numero 422, pages 346 & 347.

IV°. Newton & Gregory regardoient l'*inégale réfrangibilité des Rayons*, comme un obstacle invincible à la perfection des Lunettes. La Découverte des *Lu-*

nettes acromatiques, démontre qu'ils se trompoient en cela l'un & l'autre.

C'est à cette erreur de ces deux génies créateurs, que la Physique doit les *Télescopes de réflexion*; Instrumens dignes de l'admiration de tous les siecles; & dont l'invention fut en tout point le fruit du génie & des lumieres, & ne dut rien du tout au hasard.

LES TÉLESCOPES DE RÉFLEXION.

1031. EXPÉRIENCE. Soit un *Miroir concave MRN*, dont le foyer des rayons sensiblement paralleles, soit en *ba*; & dont l'axe RS soit dirigé vers un Objet fort éloigné AB. (*Fig.* 92).

I°. D'abord, la Touffe de rayons sensiblement paralleles *m* A *n*, qui part du point A, est réfléchie & coïncide au-dessous de l'axe en *a* : où, après y avoir tracé l'image du point supérieur A, elle devient divergente.

II°. Ensuite, l'autre Touffe de rayons sensiblement paralleles *v* B *x*, qui part du point B, est réfléchie & coïncide au-dessus de l'axe en *b* : où, après y avoir tracé l'image du point inférieur B, elle devient divergente.

Ces *deux Touffes* se croisent en D, sans se troubler dans leurs fonctions respectives, avant d'arriver sur le Miroir concave qui les réfléchit.

Ces deux Touffes sont composées de rayons très-peu divergens ou sensiblement paralleles : comme nous l'avons observé & expliqué en parlant des Lunettes d'approche. (1027).

Les rayons de chaque Touffe, vont donc coïncider, après leur réflexion, à peu près au foyer des Rayons paralleles en *ba*.

III°. Enfin, si en *rr*, près du point C, étoit un *autre Miroir concave*, propre à réfléchir ces deux Touffes *na*C & *vb*C, au point R : un *Œil placé* en R rece-

vroit toute la Lumiere qui tombe ſur le Miroir MN; & verroit l'Objet AB, par le moyen d'une lumiere très-condenſée.

Telle eſt en gros la *marche des Rayons*, dans un Téleſcope de réflexion : nous allons la ſuivre & la développer plus en détail, dans la deſcription de cet admirable Inſtrument.

TÉLESCOPE DE GREGORY.

1032. EXPLICATION. Au fond d'un large Tuyau cylindrique DDDD, eſt un *grand Miroir concave de métal GH*, percé au milieu. (*Fig.* 90 & 91).

Vers l'autre bout du Tuyau, eſt un *petit Miroir de métal IK*, plus concave que le premier ; & porté ſur une petite Tige mobile KD, qui peut avancer ou reculer dans une couliſſe D.

Ces *deux Miroirs* ſont placés parallélement entre eux ; & le petit Miroir IK n'eſt qu'un peu plus grand que le Trou L*l* du grand Miroir GH.

A ce *Trou du grand Miroir*, répond un petit Tuyau dans lequel ſe trouvent *deux petits Verres*, l'un plan-convexe L*l*, l'autre convexe des deux côtés M*m*. Ce Tuyau eſt terminé du côté de l'œil, par un très-petit Trou rond O.

Voici la marche des rayons dans cet Inſtrument, qui appartient en partie à la Catoptrique & en partie à la Dioptrique.

I°. L'*Objet AB* étant ſuppoſé à une très-grande diſtance : les rayons que chaque point de cet objet darde ſur toute la ſurface du *Miroir concave GH*, ſont très-peu divergens ; & vont coïncider non loin du foyer des rayons paralleles en *ba*, où ils tracent l'image de l'objet AB : comme nous venons de l'expliquer. (1031).

Suppoſons que la Touffe AG*a* repréſente tous les rayons partis du point A de l'objet ; & que la Touffe

BH*b* représente tous les rayons partis du point B de l'objet.

Ces *deux Touffes* deviendront divergentes, après avoir coïncidé sur l'axe ou auprès de l'axe en *a b*; & continueront à se mouvoir au-delà du foyer, dans les directions divergentes *a* I & *b* K.

II°. Au-delà de l'image & des points de divergence *b a*, soit un petit *Miroir concave IK*, qui ait son foyer en *n* un peu au-delà de l'image & des points de divergence *b a*.

Si ce Miroir IK avoit son foyer précisément en *a b*: il réfléchiroit paralleles les rayons divergens *a*I & *b*K. Mais comme le point de divergence de ces rayons, est plus loin que le foyer du Miroir IK: ces Rayons *a* I *c* & *b* K *d*, sont réfléchis un peu convergens (964).

III°. La Touffe de Rayons convergens I*c*, partie du point *a* & réfléchie par le petit Miroir, iroit coïncider & tracer image hors du Télescope, bien au-delà du point O: si elle ne souffroit aucune réfraction dans le Tuyau qui termine le Télescope du côté de l'œil: la même chose arriveroit aussi à l'autre Touffe de rayons convergens K*d*.

Mais, pour rendre l'Instrument plus court, on reçoit ces Touffes de rayons convergens I *c* & K *d*, à l'entrée du Tuyau adapté à l'ouverture du grand Miroir GH, sur un Verre convexe d'un côté & plan de l'autre; lequel augmente la convergence des rayons (1069), & les fait coïncider en *c d*.

Là, après avoir tracé leur image, ils deviennent divergens; & vont se rendre dans la Lentille M*m*, laquelle les réfracte, & les conduit paralleles ou très-peu divergens dans l'Œil placé en O.

Par ce moyen, l'Œil O voit l'Objet AB, à l'extrémité des Cônes lumineux O *n* & O*p*: à peu près comme nous avons dit qu'il voyoit l'Objet, par le

moyen de la Lunette d'approche à deux ou à quatre verres. (1028).

La lumiere qui tombe sur la surface entiere du *grand Miroir G H*, est réfléchie dans le petit Miroir I K, d'où elle est répercutée & conduite dans l'œil en O. L'Œil reçoit donc de chaque point de l'objet, par le moyen du Télescope, une quantité de lumiere, qui est à celle qu'il recevroit en regardant l'objet avec la vue simple, à peu près comme la surface du grand Miroir G H, est à la surface du petit cercle qui forme l'œil devant la prunelle.

De là, la grande lumiere ou la *grande clarté*, que donnent les grands Télescopes : quand leurs deux Miroirs sont assez parfaits pour bien réfléchir la lumiere que dardent ou répercutent les objets.

IV°. Comme les rayons qui partent de chaque point des objets terrestres, pour se rendre en cône sur la *surface du grand Miroir G H*, sont toujours un peu divergens ; & d'autant plus divergens, que l'objet est moins éloigné : le Miroir G H, en réfléchissant les rayons qui tombent sur sa surface, ne les fait pas toujours coïncider à la même distance *a b*, mais tantôt un peu plus près & tantôt un peu plus loin; selon que l'objet d'où ils partent, est plus ou moins éloigné. C'est pour cela qu'il faut que le *petit Miroir IK* soit mobile : pour qu'il puisse tantôt s'approcher & tantôt s'éloigner de l'Image mobile *ab*. (964).

Quand l'objet que l'on observe avec le Télescope, est fort éloigné ; l'image *a b* est plus près du grand miroir : il faut que le petit miroir s'approche du grand.

Quand l'objet est beaucoup moins éloigné ; l'image *a b* est plus loin du grand miroir : il faut que le petit miroir s'éloigne du grand, pour réfléchir les rayons *a* I & *b* K, avec une convergence convenable en *c d*.

V°. Un Objet vu par le moyen d'un Télescope de réflexion, paroît & plus grand & plus éclairé &

plus près, qu'on ne le verroit à la vue simple : par les mêmes raisons que nous avons développées, en parlant des Télescopes de réfraction. (1027).

On ne donne guere maintenant le nom de *Télescope*, qu'aux Télescopes de réflexion : le nom de *Lunettes d'approche*, est affecté aux Télescopes de réfraction.

TÉLESCOPE DE NEWTON.

1032. II°. EXPLICATION. Le *Télescope de Newton*, est un peu différent dans sa construction, de celui de Gregory, que nous venons de décrire : quoiqu'ils soient fondés l'un & l'autre sur les mêmes Principes géométriques & physiques. (*Fig.* 104).

I°. Le Télescope de Newton, est composé d'un *Miroir concave GH*, dont le foyer est en F ; d'un *Miroir plan IK*, qui est incliné de quarante-cinq degrés à l'axe du Tuyau, & qui réfléchit en *cd*, l'image qui iroit se former en *ab* ; & d'un *Verre convexe MN*, qui porte dans l'œil O, l'Image *cd* de l'objet.

II°. Par cette construction, un objet qui est dans le zenith, est vu dans l'horison : un objet qui est dans l'horison, est vu dans l'horison, mais dans un Point éloigné de quatre-vingt-dix degrés de celui où il est réellement.

Cette construction est très-commode pour observer les Astres, dans leur passage au Méridien : mais elle seroit très-embarrassante, s'il falloit s'en servir pour observer les Objets terrestres ; & c'est ce qui a fait donner la préférence, dans l'usage ordinaire, au Télescope de Gregory. (*Fig.* 90 & 91).

LA CHAMBRE OBSCURE.

1033. EXPLICATION. Soit CHG, une *Chambre bien fermée* ; qui n'ait qu'une petite ouverture en D,

d'environ un pouce ou un demi-pouce de diametre. (*Fig.* 98).

L'*Objet AB*, vivement éclairé par la lumiere du jour, ira se dessiner comme une Ombre *ba*, sur le Mur opposé RS, par le moyen des rayons très-peu divergens AD*a* & BD*b*.

I°. Cette Image *ba* est renversée : parce que les rayons réfléchis par la partie supérieure de l'objet, vont dessiner la partie inférieure de l'image ; & que les rayons partis de la partie inférieure de l'objet, dessinent la partie supérieure de l'image.

II°. Cette Image se montre communément comme *une Ombre* dans un petit champ de lumiere ; sur-tout si le Soleil est du côté de l'objet AB : parce que les rayons réfléchis par l'objet, sont plus foibles que les rayons directs qui arrivent aussi sur le mur RS.

III°. Cette Image *ba* disparoît, quand l'ouverture D devient trop grande : parce qu'alors des rayons étrangers & collatéraux viennent éclairer l'*Espace ombré* ; & font évanouir l'Ombre qui y formoit image.

IV°. Cette Image est peu nette, ou un peu confuse : parce que les rayons un peu divergens A*a* & B*b* qui la forment, ne coïncident pas assez sensiblement sur un même point.

V°. Cette Image devient plus nette & plus distincte, par le moyen d'un Verre convexe placé en D, & dont le foyer est en *ba* : parce que ce Verre rend convergentes & fait coïncider précisément en un même point, chaque Touffe AD & BD de rayons.

1034. REMARQUE. Il est facile, d'après cette théorie, de rendre raison de tout ce qui concerne & la *Chambre obscure artificielle*, & les *différens Polémoscopes*, instrumens par le moyen desquels on peut voir sans être vu.

On fait des *Chambres obscures portatives*, de différentes manieres : en voici l'artifice général. (*Fig.* 99).

I°. Soit RSTX, une Caisse bien fermée ; MN, un Miroir plan incliné à l'horison ; V, une Loupe mobile de verre, dont le foyer soit au fond de la Caisse à peu près en *ab* ; AB, un Objet placé hors de la Caisse, à une certaine distance devant le Miroir MN.

Les Rayons divergens AM, partis du point A de l'objet, sont réfléchis par le Miroir plan avec la même divergence dans la Loupe V ; qui les rend convergens & les fait coïncider en *a*, où ils tracent l'image du point A.

De même, les Rayons divergens BN, qui partent du point B de l'objet, sont réfléchis avec la même divergence par le Miroir plan dans la Loupe V ; qui les rend convergens & les fait coïncider en *b*, où ils tracent l'image du point B.

Un Œil placé en X, où la Caisse aura une petite ouverture, verra en *ab*, l'Objet AB, par le moyen de l'image de cet objet ; laquelle devient ici l'objet immédiat de la Vision. (1027).

II°. Si en AB étoit un *Camp ennemi*, & en SRN un *Rempart* : un Miroir plan MN, placé au haut du Rempart, feroit voir en *ab*, par le même Mécanisme, toutes les opérations & tous les mouvemens du Camp ennemi. Delà, le nom de *Polémoscope*. (*).

III°. La Chambre obscure est utile pour dessiner avec la plus grande précision, un Paysage, une Campagne ; dont les Objets notables viendront se peindre d'après nature & avec des rapports de grandeur & de lumiere convenables à leur éloignement, sur un Carton posé sur une Table dans la Caisse RSTX, où sera enfermé le Dessinateur.

(*) ETYMOLOGIE. Polémoscope : de πολεμος, *Bellum*, Guerre ; & de σκοπεω, *Prospicio*, je regarde au loin.

IV°. On peut donner à l'Image horisontale *a b*, telle autre position que l'on voudra, par le moyen d'un Miroir plan *m n*; qui réfléchissant les rayons M *a* & N *b*, les détournera en RS, par exemple, où ils iront tracer leur même image *ab* dans une situation perpendiculaire ou inclinée à l'horison.

LA LANTERNE MAGIQUE.

1035. EXPLICATION. La *Lanterne magique*, dont l'invention est due au célebre Jésuite Kirker, est une Machine qui fait paroître en grand, sur un Carton ou sur un Mur, des *Figures peintes en petit* sur des morceaux de Verre mince, & avec des couleurs bien transparentes. Voici le Mécanisme physique de cette curieuse Machine, où la grave Ignorance ne voit rien que de trivial; & où le Physicien éclairé voit tous les merveilleux secrets de la Dioptrique mis en jeu & en action. (*Fig.* 97).

Et d'abord, LKSR est une grande Caisse, qui n'a que deux ouvertures; l'une en F, pour donner passage à la fumée d'une Lampe; & l'autre en OO, pour donner passage aux rayons réfractés dans plusieurs Loupes de verre : D est la flamme d'une grosse Lampe : RS est un Miroir concave de métal, dont le foyer est en *m* : MN est une assez grande Loupe de verre, dont le foyer est en *n*, auprès de la flamme : *ba* est le Porte-objets, c'est-à-dire, un Verre plan très-mince, où sont dessinées en petit les Figures que l'on veut représenter en AB hors de la Caisse, sur un mur opposé : GH est une seconde Loupe ou Lentille, dont le foyer est à peu près en *a b* : LK est une troisieme Loupe ou Lentille, dont le foyer est à peu près en *x* : autour de l'espace *x*, est un Carton percé circulairement au milieu, lequel ne laisse passer que les rayons qui ont souffert une réfraction assez uniforme dans la Loupe GH.

Les

Les deux Loupes ou Lentilles LK & GH sont mobiles : elles peuvent s'approcher ou s'éloigner l'une de l'autre, pour rendre plus ou moins convergens les rayons LA & KB, qui vont coïncider & former image sur le mur AB plus ou moins éloigné.

I°. Pendant que la Lampe D, placée entre le foyer *m* du Miroir de métal RS, & le foyer *n* de la Loupe MN, darde une lumiere très-vive & très-dense : la Loupe MN reçoit & les rayons directs qui viennent de la flamme D, & les rayons réfléchis qui viennent du Miroir concave RS.

D'abord les rayons directs DM & DN de la Lampe, qui divergent d'un peu plus loin que le foyer *n* de la Loupe MN, sont réfractés un peu convergens MG & NH. (1010).

Ensuite les rayons directs DR & DS de la même Lampe, qui vont se rendre sur le Miroir de réflexion, & qui divergent d'un peu plus loin que le foyer *m* de ce Miroir, sont réfléchis un peu convergens RM & SM sur la premiere Loupe MN; laquelle les réfracte & les rend encore plus convergens M*g* & N*h*. (964 & 1009).

II°. Le Porte-objets transparent *ba*, fortement illuminé, & par la lumiere directe que darde la Lampe, & par la lumiere réfléchie que renvoie le Miroir concave, laisse passer par tous les points de sa surface, des faisceaux des rayons divergens G*bg* & H*ah*, qui prennent l'empreinte & l'image des points où ils s'infiltrent, ainsi qu'on voit une même Touffe de rayons solaires, sortir rouge d'un Verre rouge; violette, d'un Verre violet; jaune, d'un Verre jaune.

III°. Comme la Loupe ou Lentille GH a son foyer en *ab* : les rayons G*bg* qui divergent de ce foyer, s'y réfractent & en sortent paralleles GK. (1010).

De même, les rayons divergens H*ah* se réfractent dans la Loupe HG, & en sortent paralleles HL.

IV°. La Loupe ou Lentille LK reçoit les rayons paralleles HL ; les réfracte & les rend convergens LA : elle reçoit & réfracte de même les rayons paralleles GK, qu'elle rend convergens KB. (1007).

En supposant que le mur AB, où coïncident les rayons réfractés, n'ait absolument aucune lumiere, que celle qui lui vient de la Lampe D : on verra sur ce mur, dessinés en grand, tous les objets qui sont dessinés en petit sur le Verre plan *ba*. Si ces objets sont peints renversés sur le porte-objets, ils seront représentés dans leur situation naturelle sur le mur ou sur le carton AB.

Pour rendre plus piquantes ces sortes de représentations, on leur donne des mouvemens qui semblent les animer : ce qui se fait par le moyen de plusieurs Verres peints, ajustés ensemble en *ba*. Sur l'un de ces Verres, fixe & immobile, est peinte la partie de la figure qui ne doit avoir aucun mouvement : sur les autres, susceptibles de divers mouvemens, qu'on leur imprime à volonté, sont peintes les parties de la même figure, que l'on veut représenter en action sur le mur AB.

V°. On peut produire les mêmes effets, & d'une maniere bien plus brillante, par le moyen d'un gros Rayon solaire, que l'on fait tomber par le volet percé d'une fenêtre, sur le Verre peint *ba*, dans une Chambre d'ailleurs bien fermée & bien obscure. Dans ce cas, pour distribuer également la Lumiere solaire : il faut mettre un Papier enduit d'huile de térébenthine, dans la même place qu'occupe le Verre convexe MN ; lequel doit être supprimé, aussi bien que la Lampe D, & le Miroir concave de métal RS.

Les Rayons solaires, sensiblement paralleles, se réfractent, se divisent, s'infléchissent en différens sens, en passant par le Papier huilé MN ; s'infiltrent & se modifient dans le Porte-objets transparent *ab*,

d'où ils sortent divergens G*bg* & H*ah*; à peu près comme s'ils partoient de la Lampe D & du Miroir de métal RS.

La *Lumiere d'un gros Rayon solaire*, étant incomparablement plus pure, plus vive, plus dense, que celle que donne la Lampe D : les *Images qui en résultent en AB*, ont incomparablement plus d'éclat & de vivacité; que si elles étoient produites par la lumiere de cette Lampe.

PARAGRAPHE SIXIEME.

L'ORGANE DE LA VUE.

1036. OBSERVATION. L'*Œil*, ce petit globe admirable, où se peint d'une maniere ineffable la Nature visible, est un vrai *Téléscope de réfraction* : télescope où se déploie toute la sagacité de l'Artiste suprême qui le forma. (*Fig.* 89).

Ce globe, ce téléscope, cet organe de la vue, est principalement composé de *Tuniques*, pour l'envelopper; d'*Humeurs*, pour le rendre propre à réfracter convenablement la Lumiere; de *Nerfs*, pour le fléchir, pour l'alonger, pour le raccourcir, pour lui imprimer tous les mouvemens nécessaires à ses fonctions.

TUNIQUES OU MEMBRANES DE L'ŒIL.

1037. EXPLICATION. Les principales *Tuniques de l'Œil*, sont la Cornée, la Choroïde, la Rétine.

I°. La *Cornée* est l'enveloppe la plus extérieure de l'œil, qu'elle embrasse dans tout son contour. Elle est sphérique & opaque, dans la partie intérieure de l'œil; dans la partie extérieure P, elle est transparente & saillante en dehors.

La partie transparente de la Cornée, dans l'Adulte, est un segment DPD de sphere, dont le diametre est d'environ sept lignes; dont la corde est d'environ cinq lignes; & dont l'épaisseur est d'environ deux ou trois douziemes de ligne. (*Fig.* 89).

II°. La *Choroïde* est la seconde tunique de l'œil; qu'elle embrasse aussi dans tout son contour : blanchâtre dans le fœtus, elle est d'un brun rouge dans l'Adulte. Opaque par sa nature, la Choroïde est percée au milieu d'une petite ouverture circulaire *v v*, que l'on nomme *Prunelle* ou *Pupille*; & qui sert à donner passage à la lumiere, dans le fond de l'œil.

La partie de la Choroïde qui borde cette petite ouverture *v v*, & qui se montre variée de différentes couleurs sous la Cornée transparente, se nomme l'*Iris*.

La Choroïde se resserre & s'étend, selon le besoin, pour augmenter ou pour diminuer le diametre de la Prunelle; & pour recevoir un plus ou moins grand volume de rayons APC*a*.

III°. La *Rétine* est la troisieme & derniere tunique de l'Œil, qu'elle enveloppe dans toute sa partie interne *r s* C. L'espace à peu près sphérique *r s* C, enveloppé par la rétine, est un espace vide.

La Rétine est transparente sous la Prunelle : elle se montre noirâtre & hérissée d'une infinité de petits nerfs, dans le fond de l'œil *r a s*.

HUMEURS DE L'ŒIL.

1038. EXPLICATION. Les principales *Humeurs de l'œil*, celles qui contribuent à la réfraction convenable des Rayons AP, sont l'humeur aqueuse, l'humeur crystalline, l'humeur vitrée. (*Fig.* 89).

I°. L'*Humeur aqueuse* est une humeur claire, séreuse, limpide, assez semblable à une eau pure. Elle est placée entre la Cornée & la Choroïde; & ren-

fermée entre deux Membranes ſubtiles & tranſparentes. Sa figure eſt un *Meniſque*, convexe d'un côté & concave de l'autre : comme les Verres qui couvrent les Montres. (1019).

II°. L'*Humeur cryſtalline C*, ou ſimplement le *Cryſtallin*, eſt un Corps d'une figure lenticulaire, d'une conſiſtance aſſez ferme, d'environ quatre lignes de largeur, convexe des deux côtés, placé ſous l'humeur aqueuſe & ſous la Prunelle.

Le Cryſtallin n'eſt point abſolument néceſſaire pour la viſion : puiſqu'il y a des Perſonnes à qui on l'enleve totalement, dans l'opération de la Cataracte ; & qui voient très-bien après cette opération. Il eſt tranſparent, dans ſon état naturel : mais, dans cette maladie de l'œil, à laquelle on donne le nom de *Cataracte*, il devient opaque, & il intercepte la communication de la Lumiere avec la Rétine ; & alors il faut l'arracher, pour rendre à l'œil ſes fonctions.

III°. L'*Humeur vitrée* eſt un corps fort tranſparent, plus viſqueux que l'Humeur aqueuſe, moins ſolide que l'Humeur cryſtalline, un peu concave dans ſa partie antérieure, où le Cryſtallin eſt logé comme un diamant dans ſon chaton, aſſez convexe dans ſa partie poſtérieure qui regarde le fond de l'œil.

On remarque autour de ce Corps, ou autour de l'Humeur vitrée, un arc de *Fibres muſculaires* ; qui, par leur contraction & par leur expanſion, peuvent ou l'éloigner ou l'approcher & de la Prunelle & de la Rétine.

LES NERFS OU LES MUSCLES DE L'ŒIL.

1039. EXPLICATION. Les Nerfs ſont des cordons blanchâtres de différente groſſeur, ſuſceptibles de contraction & d'expanſion, principes du Mouvement, organes ou ſiéges du Sentiment. (*Mét.* 1063 & 1250).

I°. L'Œil a ses *Nerfs*, *principes du mouvement* ; par le moyen desquels il se meut de bas en haut, de haut en bas, de droite à gauche, de gauche à droite : par le moyen desquels il augmente ou il diminue la largeur de sa Prunelle ; il rend plus ou moins convexe sa Cornée ; il avance ou recule les Membranes où sont logées ses différentes Humeurs optiques, & principalement l'Humeur crystalline. (*Fig.* 89).

II°. L'Œil a ses *Nerfs*, *organes du sentiment*. Le principal, le seul qui mérite ici une attention à part, c'est le Nerf optique *r* O *s*, où s'opere la vision.

Le *Nerf optique* part du Cerveau, divisé en une foule de ramifications ; & va s'épanouir dans le fond de l'œil en une infinité de petits cordons, que le Microscope représente comme les poils d'un velours.

Ce *Velouté*, réside dans la *Rétine* : selon l'opinion la plus générale. Il réside dans la *Choroïde*, sous la Rétine transparente & sans couleur ; selon l'opinion de M. le Cat : opinion rejettée & fortement combattue par M. Haller, & par plusieurs autres Anatomistes célebres.

ARTIFICE DE LA VISION.

1040. **OBSERVATION.** Pour que la Vision ait lieu : il faut nécessairement que les Rayons dardés ou réfléchis par les objets visibles, aillent tracer, par leur coïncidence, une *Image nette & distincte de ces objets*, dans le fond de l'œil, sur le Nerf optique : soit que ce Nerf optique réside dans la Rétine ; soit qu'il réside dans la Choroïde contiguë à la rétine. Par exemple, (*Fig* 89) :

Le Cône lumineux AP, composé de rayons divergens, n'iroit jamais coïncider & *former image* dans le fond de l'œil au point *a* : si ces Rayons divergens n'essuyoient pas dans l'œil, *des Réfractions* propres à leur donner un point commun de réunion & de

concours. La nature & la configuration de l'œil, leur procure cette condition essentielle à la vision: comme nous allons l'expliquer.

I°. La *Cornée* & l'*Humeur aqueuse* sont pour la Lumiere, des Milieux plus facilement pénétrables, que l'Air. Les Rayons A P, qui passent obliquement de l'air dans ces Milieux, s'approchent donc de leur *Perpendiculaire*; laquelle, dans un Milieu convexe, est une ligne droite menée du point d'incidence au Centre de courbure. (988 & 1004).

Ces Rayons divergens AP essuient donc d'abord, en entrant dans l'œil, une *premiere réfraction* qui les rapproche les uns des autres, & les conduit plus condensés dans la Prunelle P.

II°. Le *Crystallin C* est pour la Lumiere, un Milieu encore plus facilement pénétrable que l'Humeur aqueuse: comme le Verre est pour elle un milieu plus facile & moins résistant que l'Eau. (988).

Ce Crystallin, dont la configuration est lenticulaire, fait donc encore la fonction d'une Lentille, qui réfractant fortement les rayons A P C, les rapproche considérablement les uns des autres; & les feroit coïncider en N, avant d'arriver sur le fond de l'œil. (1006).

III°. L'*Humeur vitrée*, placée sous le Crystallin, est pour la Lumiere, un Milieu moins dense & moins facilement pénétrable que le Crystallin. Les Rayons APC essuient donc dans ce nouveau Milieu, une *Réfraction opposée*, qui les rend moins convergens; & qui les écarte assez pour les faire coïncider précisément en *a* sur le fond de l'œil.

C'est par cet admirable Mécanisme, que l'Objet A est peint dans le fond de l'œil: où l'Ame apperçoit l'*image de cet Objet*, à l'occasion de l'ébranlement produit par cette Touffe de rayons coïncidens sur les Fibres infiniment délicates & sensibles du Nerf

optique ; lesquelles ne sont autre chose que le Velouté que l'on observe au fond de l'œil.

1040. II°. REMARQUE. De chaque point de l'Objet ADB, partent des faisceaux de Rayons divergens ; que l'Œil réfracte, rend convergens, & fait coïncider séparément sur différens points distincts de sa Rétine. (*Fig.* 31).

I°. Par exemple, le Point A va se peindre en *a*, par le rayon réfracté AR *a* : le Point D va se peindre en *d*, par le rayon réfracté DR *d* : le Point B va se peindre en *b*, par le rayon réfracté BR *b*.

On peut dire la même chose de chaque Point sensible de l'objet ADB, qui va se peindre sur un point à part de la rétine, par le moyen du cône lumineux qu'il réfléchit sur l'œil, & que l'œil réfracte & fait coïncider en un même point : ainsi que le fait une Loupe ou une Lentille.

Par-là, *tout l'Objet visible* a son *Image nette & distincte* au fond de l'œil : où l'Ame l'apperçoit à l'occasion de l'ébranlement sensible, produit par les rayons qui la tracent.

II°. On conçoit par là, comment *plusieurs Objets* peuvent être vus à la fois, sans aucune confusion. La raison en est, que chaque objet, placé hors de l'œil en différens points de l'espace environnant, trace nécessairement *son Image* sur différens points de la rétine.

Un objet placé en A, ne peut se peindre qu'en *a* : un autre objet placé en B, ne peut se peindre qu'en *b* : cent objets intermédiaires ne peuvent se peindre que sur tout autant de points intermédiaires de la Rétine, avec des distances dans la rétine, proportionnées aux angles sous lesquels les rayons dardés ou répercutés par ces divers Objets, viennent se réfracter dans l'œil. (*Fig.* 31).

III°. Quand ces Objets, à raiſon de leur petiteſſe ou de leur éloignement ou de leur défaut de clarté ſuffiſante, font une impreſſion trop foible ou tracent une image trop petite dans l'œil : alors ils ceſſent ou ils manquent d'être viſibles. (921).

Dans ce cas, l'Ame ne les voit point : parce qu'ils ne font point ſur les fibres de la Rétine, une impreſſion aſſez nette & aſſez ſenſible, pour exciter & pour fixer l'attention de l'Ame.

VUE MYOPE ET VUE PRESBYTE.

1041. OBSERVATION. Tous les *Yeux* n'ont point précíſément une même grandeur & une même configuration de parties. Delà, la différence & la diverſité des Vues. (*Fig.* 89).

Les uns ont la *Cornée* plus convexe, les autres plus applatie. Delà, une inégale inflexion dans les mêmes rayons ; leſquels ſe réfractent d'autant plus fortement, que le Milieu réfractant eſt plus convexe & plus oblique à leur incidence. (990).

Le *Cryſtallin* eſt auſſi vraiſemblablement, dans les différens Sujets, comme une Lentille plus ou moins grande, plus ou moins convexe, plus ou moins propre à réfracter les rayons & à groſſir les objets. D'où il s'enſuit que les mêmes Objets ne doivent point être toujours apperçus avec la même clarté & ſous la même grandeur abſolue, par différentes Perſonnes.

Dans cette *diverſité de Vues*, nous n'en conſidérerons que trois, celle des Myopes ; celle des Preſbytes ; & celle qui réunit les avantages de ces deux Vues oppoſées, ſans en avoir les défauts.

I°. Les *Myopes* voient clairement les objets prochains, & confuſément les objets éloignés. La raiſon en eſt, que leur Œil eſt comme une Loupe fort convexe, qui réfracte fortement les rayons.

Les rayons qui viennent de chaque point d'un *Objet fort prochain*, ou fort peu éloigné, ont beaucoup de divergence. L'Œil myope, très-convexe dans sa Cornée DPD ou dans son Cryſtallin C, réfracte fortement les rayons divergens AP; les fait coïncider précisément en *a* sur la rétine; & la vision eſt nette & diſtincte.

Les rayons qui viennent de chaque point d'un *Objet fort éloigné*, ont peu de divergence. L'Œil myope, en réfractant fortement les rayons très-peu divergens AP, les fait coïncider en N, d'où ils vont divergens s'éparpiller sur la rétine, sans y produire une impreſſion nette & iſolée; & la viſion eſt foible, confuſe, nulle.

Les Myopes ont beſoin, pour voir les objets trop éloignés de leur œil, d'un *Verre concave*; qui augmentant la divergence des rayons peu divergens AP, avant qu'ils arrivent ſur l'œil, les écarte ſuffiſamment pour qu'après leur réfraction, ils puiſſent coïncider préciſément ſur la rétine en *a*. (1018).

II°. Les *Presbytes* voient clairement les objets éloignés, & confuſément les objets prochains. La raiſon en eſt, que leur Œil plus applati eſt comme une Loupe peu convexe, qui ne réfracte que fort peu les rayons.

Les rayons AP, qui partent de chaque point d'un *Objet fort éloigné*, ont très-peu de divergence. L'Œil presbyte, en les réfractant foiblement, les fait coïncider préciſément en *a* ſur la rétine; & la viſion eſt nette & diſtincte.

Les rayons qui partent de chaque point d'un *Objet peu éloigné*, ont beaucoup plus de divergence. L'Œil presbyte, en réfractant foiblement ces rayons divergens AP, ne les feroit coïncider qu'en M au-delà de la rétine.

Ces rayons APM arrivent ſur la rétine, diviſés &

éparpillés, & n'y font point une impreſſion commune & réunie : d'où il arrive que la *Viſion*, toujours attachée à une impreſſion faite ſur un même point de la rétine par les rayons qui partent d'un même point de l'objet viſible, eſt foible, confuſe, nulle.

Les Presbytes ont beſoin, pour voir les objets fort peu éloignés, d'un *Verre convexe* : qui diminuant la divergence des rayons trop divergens AP avant qu'ils entrent dans l'œil, ſupplée au défaut de Vertu réfractante qui manque à l'œil ; donne une beaucoup moindre divergence à ces rayons AP ; & les diſpoſe à aller coïncider précisément en *a* ſur la rétine, après les nouvelles réfractions qu'ils ſubiſſent dans les différentes humeurs de l'œil. (1010).

III°. Un *Œil parfaitement bien conformé* eſt celui qui voit diſtinctement de près & de loin : ayant la puiſſance de ſe métamorphoſer alternativement en Œil myope ou alongé, quand il regarde des objets peu éloignés ; & en Œil presbyte ou applati, quand il fixe des objets très-éloignés.

Cette puiſſance de s'allonger ou de ſe raccourcir, réſide principalement dans les Muſcles & dans les Fibres ciliaires qui environnent le Cryſtallin C, & qui vraiſemblablement peuvent l'approcher ou l'éloigner de la Cornée.

Les fibres & les muſcles qui aboutiſſent aux Tuniques & aux Membranes de l'œil, peuvent auſſi probablement donner à cet Organe, un peu plus ou un peu moins de convexité, ſelon le beſoin : ſoit en rendant un peu plus convexe & plus alongée la Cornée DPD ; ſoit en rendant un peu plus concave & un peu plus reculée la Rétine *ras*.

PHÉNOMENES REMARQUABLES, EN GENRE DE VISION.

1042. OBSERVATION I. Nous avons *deux Yeux*, où

ſe forment & où ſe tracent *deux images d'un même Objet ;* & cependant nous ne voyons pas cet Objet double. Voici ce que l'on a dit de plus raiſonnable & de plus vraiſemblable, pour rendre raiſon de ce phénomene. (*Fig.* 89).

I°. Le plus grand nombre des Anatomiſtes & des Opticiens, penſe que la Membrane où ſe peint l'Objet au fond de l'œil, eſt un *Tiſſu de fibres qui appartiennent au Nerf optique ;* & que dans les deux yeux d'un même Individu, ces petites fibres ont de part & d'autre un *Point commun de réunion* ſur le Nerf optique O.

Cela étant ainſi, quand les *deux Yeux* ſe dirigent vers un même objet, les rayons coïncident dans l'un & dans l'autre œil, ſur des Fibres ſemblables & correſpondantes, qui vont affecter le même point du Nerf optique. Delà réſulte dans ce Nerf, une unique Senſation, qui ne fait naître dans l'Ame, qu'une ſeule & même image ou une ſeule & même idée. (*Fig.* 33).

Mais ſi on dérange la poſition ou la configuration de l'un des deux yeux, en le preſſant avec le doigt ; *on voit l'Objet double* : parce que l'image de cet objet unique, ſe forme alors dans l'un & dans l'autre œil, ſur des fibres non correſpondantes, qui n'aboutiſſent pas au même point du Nerf optique ; & qui occaſionnent un double ébranlement ſur deux différens points de ce Nerf. A ce *double ébranlement* du Nerf optique, eſt attachée une double Senſation, qui fait naître dans l'Ame, une double image ou une double idée.

II°. Quelques Anatomiſtes célebres, & en particulier M. le Cat, ne goûtent point cette explication. Cette *correſpondance de Fibres analogues* ſur le Nerf optique, leur paroît fabuleuſe, chimérique, inſuffiſante du moins pour rendre raiſon de ce phénomene. Selon ces Anatomiſtes, les *deux images ſemblables d'un même Objet,* dans les deux yeux d'un même Individu, n'ont point de réunion, ni par elles-mêmes, ni par

les fibres où elles sont tracées : c'est l'Ame elle-même qui fait cette réunion, par un jugement qui lui vient de l'habitude & de l'expérience.

L'Ame sait, disent-ils, qu'un *Objet unique* est celui qui occupe un seul & unique lieu proportionné à sa surface ; qu'un *Objet double* est celui qui occupe un double espace, ou qui est dans deux lieux distincts. Ainsi, quand il lui vient une image dans chaque œil, qui toutes deux se rapportent à un même lieu hors de l'œil, qui toutes deux ont les mêmes traits & les mêmes linéamens, & qui sont précisément les mêmes dans leur position & dans leur forme au sein de l'œil : alors c'est une même Sensation, venue d'un même endroit. Dans ce cas, l'Ame juge que cette *double Image* est un Objet unique ; & elle ne sent & ne voit qu'un seul objet, plus vivement & plus fortement par deux images que par une seule.

Nous ne craindrons point d'avouer que cette derniere explication seroit plus de notre goût que la précédente.

1043. OBSERVATION II. Il est certain qu'il y a des Personnes qui lisent les plus petits caracteres pendant la nuit, à la seule clarté des Etoiles.

On rapporte même qu'il y a eu des Personnes qui voyoient & distinguoient les objets pendant la nuit la plus obscure, dans une Chambre bien fermée & privée de toute lumiere : ce qui n'est point hors de vraisemblance, dit-on, s'il est vrai, comme on le présume, que les chats, les chouettes, les taupes, voient & distinguent les objets dans les plus profondes ténebres.

Comment accorder ces deux phénomenes, & surtout le dernier, avec la théorie de la Vision, que nous venons de donner ? En voici la conciliation.

I°. *Lire à la seule clarté des Etoiles ;* c'est lire avec

peu de lumiere, par le même Mécanisme naturel qui fait lire avec une grande lumiere. (1040).

Ce Phénomene ne présente donc rien d'insolite & d'extraordinaire; si ce n'est une très-grande sensibilité & une très-grande délicatesse dans l'Organe qui en est le sujet.

Quand nous passons rapidement d'un lieu très-éclairé dans un autre lieu fort sombre & fort obscur; nous ne distinguons d'abord ni les personnes, ni les objets, qui l'occupent : parce que notre Œil, auparavant vivement agité & ébranlé par les fortes commotions d'une grande lumiere, est d'abord insensible aux foibles impressions que fait sur lui une lumiere incomparablement moindre.

Bientôt après, l'Œil reprend sa tranquillité : sa prunelle se dilate & s'ouvre de plus en plus, pour donner passage à de plus grands Cônes lumineux. L'impression que font sur lui ces faisceaux de lumiere, devient l'*Impression dominante*, à laquelle se fixe l'attention de l'Ame (872); & l'Ame voit assez nettement les objets placés devant l'œil, quoique peu éclairés.

La *clarté de la Vision* dépend donc de certaines Conditions qui peuvent varier immensément : par exemple, de la plus ou moins grande délicatesse de l'Organe, dont la sensibilité peut augmenter ou diminuer à l'infini; de la plus ou moins grande ouverture de la Prunelle, qui peut rassembler sur la Rétine, un volume de rayons considérablement différent; du plus ou moins de calme ou d'agitation dans les *Organes immédiats de la Vision*; qui dans une grande agitation ont besoin d'une sensation plus forte pour fixer l'attention de l'ame; & qui dans le calme n'ont besoin que d'une très-légére commotion, pour occasionner à l'ame la perception d'une image ou d'une idée.

Il est vraisemblable que ces différentes conditions

se reunissent à la fois dans les Personnes qui peuvent lire à la seule clarté des Etoiles.

II°. *Voir & distinguer les Objets sans aucune lumiere quelconque* : c'est un phénomene évidemment chimérique.

S'il est vrai qu'il y ait des hommes ou des animaux, qui voient & distinguent les Objets dans un lieu totalement privé de ce que nous nommons Lumiere, phénomene dont la réalité n'est rien moins que constatée : il est certain qu'il y a pour ces Etres, une *Lumiere réelle*, qui a prise sur leurs organes, sans avoir prise sur les nôtres ; & qui agit sur leurs yeux, comme la lumiere ordinaire agit sur nos yeux. Mais qu'est-ce que cette lumiere, qui peut éclairer un Chat, par exemple, au fond d'une Cave, au haut d'un Galetas, pendant la plus obscure nuit ?

Dans l'appartement le plus obscur & pendant la nuit la plus sombre, je vois & je distingue un *Ver luisant* : parce qu'une certaine fermentation fait jaillir du sein de cet Insecte, un torrent de matiere lumineuse, propre à le rendre sensible à mes yeux.

Toutes les Substances animales & végétales souffrent continuellement de semblables fermentations ; qui emportent & dissipent en tout sens, des torrens de leur substance : torrens où se trouve indubitablement mêlée une quantité considérable de Matiere ignée & lumineuse. Cette *Matiere ignée & lumineuse*, qui est insuffisante pour affecter sensiblement nos organes, ne pourroit-elle pas être suffisante, pour ébranler des organes incomparablement plus sensibles ; pour y tracer l'image des objets qui la dardent.

Dans cette hypothese, les différentes Substances animales & végétales seroient pour les Chats & pour les Animaux qui voient comme eux dans ce que nous appellons *Ténebres*, si le Fait est réel, ce que les Vers luisans sont pour nous. Telle est la seule explication

hypothétique, que l'on puiſſe donner à ce dernier Phénomene, s'il eſt réel.

PARAGRAPHE SEPTIEME.

LA RÉFRACTION ASTRONOMIQUE.

1044. OBSERVATION. On nomme Réfraction aſtronomique, l'inflexion que reçoit la Lumiere des Aſtres, en traverſant l'Atmoſphere terreſtre, ſur laquelle elle tombe obliquement. Par exemple, (*Fig.* 35):

Soit T, le Globe terreſtre : *atxg*, la Maſſe aérienne, répandue autour de ce Globe en couches concentriques d'environ quinze ou ſeize lieues de hauteur, au-deſſus de la ſurface ſolide & liquide de ce Globe (743); R Z S *t x g a*, l'eſpace immenſe qui ſépare l'Atmoſphere terreſtre des Globes céleſtes.

Le Rayon S*t*T, qui a ſa direction vers le centre T de courbure de l'Atmoſphere terreſtre, ne ſouffre aucune réfraction : parce qu'il eſt perpendiculaire au Milieu réfractant. (987).

Mais le Rayon S*n*, qui ne tend point au centre de courbure de l'Atmoſphere terreſtre, eſt oblique au Milieu réfractant; & ſouffre, en entrant dans cette Atmoſphere, une inflexion S*nm*, qui l'approche de la Perpendiculaire *n*T menée du point d'incidence *n* au centre T de courbure du Milieu réfractant. Cette inflexion du Rayon en *n*, eſt ce que l'on nomme *Réfraction aſtronomique*.

1°. L'Atmoſphere qui environne & enveloppe notre Globe, eſt un Milieu ſenſiblement ſphérique, plus facilement pénétrable pour la Lumiere, quelle qu'en ſoit la cauſe, que l'eſpace placé au-delà de cette Atmoſphere: *la Lumiere, en pénétrant obliquement dans ce nouveau Milieu, doit donc éprouver une Réfraction*

tion assez semblable à celle qu'elle essuie en passant obliquement de l'Air dans l'Eau. (988).

La Lumiere, par exemple, le Rayon S *n*, s'approchera donc de sa Perpendiculaire: laquelle est une ligne droite *n* T, menée du point d'incidence sur l'Atmosphere *n*, au centre de courbure de cette même Atmosphere, qui est le centre même de la Terre.

II°. L'Atmosphere qui enveloppe la Terre, n'est point par-tout d'une égale densité. Les couches voisines de la surface du Globe, sont considérablement plus denses que les couches supérieures: lesquelles vont en se raréfiant de plus en plus, depuis les plus basses jusques aux plus hautes. (738).

Si la Vertu réfranctante de l'Atmosphere terrestre, est proportionnelle par-tout à la densité de ses différentes couches; ce qui est assez vraisemblable: *la Lumiere, en traversant toutes ces couches de l'Atmosphere, essuiera une Réfraction toujours croissante, depuis les couches les plus hautes jusques aux couches les plus basses.*

Par conséquent, si nous supposons que l'Atmosphere terrestre soit divisée en couches concentriques *b c*, *c d*, *d m*: le Rayon oblique R *b*, en se réfractant dans ces différentes couches de l'Atmosphere, décrira la Ligne courbe *b c d m*, s'approchant toujours de plus de ses Perpendiculaires successives *b* T, *c* T, *d* T, à mesure que le Pouvoir réfractant augmente avec la densité des couches; & l'Astre R, d'où vient le Rayon R *b c d m*, sera vu en *r*, par un Œil placé en *m*. (912).

III°. Quoique cette Réfraction, opérée par les couches inégalement denses de l'Atmosphere, donne réellement une Ligne courbée *b c d m*: cependant, comme cette courbure est peu sensible, nous considérerons la ligne décrite par le Rayon *b c d m*, depuis le

point où il rencontre l'Atmoſphere, juſqu'à l'Œil, comme une ligne droite ; telle que la ligne *n m*.

RÉFRACTION DES RAYONS LUMINEUX, DANS L'ATMOSPHERE.

1045. EXPLICATION. Soit la Terre T ; l'Atmoſphere *m d n r ;* l'Horiſon ſenſible H*m a n*K ; l'Œil du ſpectateur placé en *a* dans l'horiſon ſenſible ; le Soleil placé en S, & la Lune placée en L, ſous l'horiſon ſenſible. (*Fig.* 95).

Quoique la Terre ſoit ſenſiblement ſphérique : elle eſt cependant comme une ſurface plane par rapport à l'œil ; pour lequel cette courbure, qui n'eſt que d'environ trois lignes dans une étendue de cent cinquante toiſes, devient nulle & inſenſible. (*Mat.* 534).

C'eſt pour cette raiſon, que nous repréſentons la portion de la Terre où l'œil *a* eſt placé, comme plane. L'œil placé en *a* ne peut donc voir dans le Ciel, par des rayons directs & non réfractés, que les objets qui ſont au-deſſus de ſon horiſon ſenſible H*a*K : parce que les rayons directs & non réfractés, qui partent d'au-deſſous de cet horiſon, ſont arrêtés par la Terre & ne peuvent point parvenir juſqu'à l'œil *a*.

I°. Le Soleil placé en S ſous l'horiſon ſenſible, darde de toute part ſes rayons en droite ligne. Mais aucun de ces rayons ne peut ſe rendre directement & ſans inflexion, dans l'œil placé en *a* : parce que la ſurface terreſtre ſe trouve interpoſée entre l'Œil & le Soleil.

II°. De tous les Rayons ſolaires, un ſeul ST eſt dardé perpendiculairement ſur l'Atmoſphere : celui là ne ſouffre aucune inflexion ou réfraction dans l'Atmoſphere.

Tous les autres Rayons ſolaires qui atteignent l'Atmoſphere terreſtre, s'y réfractent en s'approchant de leur *Perpendiculaire*, qui eſt toujours & par-tout une

ligne droite menée du point d'incidence sur l'Atmosphere, au centre de la Terre.

La réfraction qu'essuient ces rayons, toutes choses étant égales d'ailleurs, est d'autant plus grande, qu'ils atteignent plus obliquement l'Atmosphere; ou qu'ils ont leur direction plus loin du centre de la Terre. (990).

III°. Le Rayon S*n*, qui seroit perdu pour l'œil *a*, s'il conservoit dans l'Atmosphere, sa primitive direction S*nc*, se réfracte en *n*; & va de *n* en *a*, peindre l'image du Soleil dans l'Œil *a*.

L'œil *a* verra donc le Soleil dans la ligne *an* en K, au-dessus du vrai lieu où se trouve réellement cet Astre. (912).

IV°. Quand le Soleil, ayant passé de S en Z, se trouvera au zénith de l'œil; le Soleil sera vu dans son vrai lieu: parce que le rayon Z*a*, qui peint le Soleil dans l'œil *a*, tombe perpendiculairement sur l'Atmosphere, & ne souffre aucune réfraction.

Dans toute autre position que celle du zénith, *l'Astre est vu hors de son vrai lieu & au-dessus de son vrai lieu:* parce qu'il est vu par des rayons infléchis. Par exemple, si on suppose que ZDK soit une portion du Méridien: le Soleil étant en D dans le Méridien, sera vu en P dans le méridien, mais au-dessus de son vrai lieu; à cause du Rayon réfracté D*da*, qui va peindre le Soleil dans l'œil; & qui affecte l'œil, dans la direction *ad* P. (912).

V°. La Réfraction est d'autant plus grande, que l'Astre est plus près de l'horison; & d'autant plus petite, que l'astre approche plus du zénith.

La meilleure raison que l'on puisse en donner, c'est que le Rayon traverse une d'autant plus grande étendue de l'Atmosphere, & essuie d'autant plus fortement le *Pouvoir réfractant*, que l'Astre qui le darde est plus près de l'horison & plus éloigné du zénith.

Par exemple, le Rayon S *n a* essuie le Pouvoir réfractant dans toute l'étendue *n a* ; au lieu que le rayon Z *d a* n'essuie le Pouvoir réfractant que dans l'étendue beaucoup moindre *a d*.

VI°. Nous venons d'observer que la Réfraction change toujours le *Lieu apparent d'un Astre*, en l'élevant au-dessus de son vrai lieu ; & que la Réfraction est d'autant plus grande, que l'Astre est plus près de l'horison. Ainsi, le Soleil en S & en D sera vu au-dessus de son vrai lieu : mais la distance entre le lieu réel & le lieu apparent, sera plus grande en S qu'en D. (*Fig.* 95).

La distance entre le *Lieu réel S* & le *Lieu apparent K*, exprime la quantité de la Réfraction. Nous verrons ailleurs selon quelle proportion décroît la Réfraction, depuis l'horison où elle est la plus grande, jusqu'au zénith où elle devient nulle. (1231).

Par le moyen de la Réfraction astronomique, deux Astres placés sous l'horison sensible H *a* K, par exemple, le Soleil S & la Lune L, sont vus l'un & l'autre dans l'horison ou au-dessus de l'horison, en H & en K, au-dessus de leur vrai lieu.

VII°. Le Soleil & la Lune, placés dans l'horison ou un peu au-dessus de l'horison, paroissent avoir une *Figure un peu ovale*, dont le diametre vertical est plus court que le diametre horisontal.

La raison en est, que la Réfraction fait paroître toutes les parties de l'Astre, plus hautes qu'elles ne sont réellement ; & que cette élévation apparente est d'autant plus grande, que la partie rayonnante est plus près de l'horison.

La partie inférieure de l'Objet rayonnant, est soumise à une plus forte réfraction, que la partie supérieure. La *Partie inférieure de cet Objet*, tracée dans l'Œil par des rayons qui ont souffert une plus grande inflexion, sera donc plus déplacée, plus exaltée,

que la partie supérieure ; & le diametre vertical de l'Objet, paroîtra raccourci. (1230).

VIII°. Nous avons supposé d'abord que la *réfraction des Rayons dans l'Atmosphere*, toutes choses étant égales d'ailleurs, devoit être proportionnelle à la densité des Couches réfractantes. Cette supposition est très-conforme à l'expérience : car, il est démontré par un grand nombre d'observations faites & répetées plusieurs fois avec la plus grande circonspection, que la réfraction de la Lumiere, dans l'Air, devient plus grande ; à mesure que l'on augmente la densité de ce Fluide, soit en le comprimant, soit en le refroidissant.

D'où il s'ensuit que les Objets que l'on voit ainsi à travers l'Atmosphere, soit dans le Ciel, soit sur la Terre, quoique placés à des hauteurs connues & données, ne doivent pas toujours paroître également élevés au-dessus de leur vrai lieu : puisque l'Atmosphere, qui réfracte les rayons par lesquels ces objets sont visibles, est sujette à une infinité de variations occasionnées par la différence du chaud ou du froid, de l'humidité ou de la sécheresse, & de mille autres causes accidentelles qu'il est inutile d'exposer. (1231).

D'habiles Géometres avouent qu'il leur est arrivé quelquefois de trouver tantôt un peu plus & tantôt un peu moins grande, la hauteur des mêmes Edifices ou des mêmes Montagnes ; qu'ils avoient mesurés avec la plus scrupuleuse attention, d'une même distance & avec les mêmes instrumens. Cette différence de résultats, a eu très-vraisemblablement pour cause, une plus ou moins forte Réfraction dans les *Rayons réfléchis par ces Objets*, à travers une Atmosphere tantôt plus & tantôt moins condensée, tantôt plus & tantôt moins chargée de vapeurs.

LES CREPUSCULES.

1046. EXPLICATION. Le *Crépuscule* est cette Lumiere qui augmente ou qui diminue par degrés insensibles, le matin, depuis la pointe du jour, jusqu'au lever du Soleil; & le soir, depuis le coucher du Soleil, jusqu'à la nuit clause. On donne communément le nom d'*Aurore*, à la lumiere qui précede le lever du Soleil; & le nom de *Crépuscule*, à celle qui suit son coucher. (*Fig.* 95).

Il est démontré par les Observations, que le Crépuscule commence & finit, quand le Soleil est à environ dix-huit degrés sous l'horison; c'est-à-dire, une heure & douze minutes avant son lever & après son coucher; mais que cette durée du Crépuscule, est plus grande dans les Solstices, que dans les Equinoxes; dans la Sphere oblique en Europe, par exemple, que dans la Sphere droite sous l'Equateur.

Soit le Soleil NBS, faisant sa révolution réelle ou apparente sous l'horison, depuis minuit jusqu'à son lever, dans la partie de sa Courbe NBGS.

I°. Il est clair que le Soleil, placé en N, ne peut darder dans l'œil placé en *a*, aucun de ses rayons; qui sont tous arrêtés & interceptés par la masse opaque de la Terre T.

Par exemple, le Rayon perpendiculaire NT ne peut point aller en *a*: le Rayon oblique N*r* s'infléchit dans l'Atmosphere vers la perpendiculaire *r*T; & va heurter la masse terrestre: le Rayon plus oblique N*v* s'infléchit aussi; & prend la direction *ve*, qui ne peut point le porter dans l'œil *a*.

II°. Le Soleil passe successivement de N en B, & de B en G. Cet Astre, arrivé en G, à environ dix-huit degrés sous l'horison, darde en tout sens sur l'Atmosphere terrestre *daer*, des Rayons divergens; qui ayant différens degrés de réfrangibilité, s'y ré-

fractent inégalement, les uns un peu plus & les autres un peu moins. (867).

Parmi les Rayons divergens que darde le Soleil, du point G, nous ne considérerons que la Touffe *n* G *e*, qui seule peut s'infléchir vers l'Œil placé en *a*. Parmi ces Rayons *n*G*e*, les plus réfrangibles & les plus réfractés commencent à se porter en très-petit nombre dans l'œil *a*, par la ligne coudée G*na* : tandis que les moins réfrangibles, moins réfractés & moins infléchis, vont se perdre au-dessus de l'œil en *c* ou en *d*.

L'Œil *a* commence donc à recevoir avec satisfaction, une foible impression de lumiere; qui le dispose & le prépare par degrés, à celle qui va bientôt inonder & vivifier autour de lui toute la Nature. Ces Rayons plus réfrangibles & plus réfractés, tombent sur les Objets terrestres, qui les répercutent dans l'œil *a*; & cet œil commence à distinguer les objets qui sont très-près de lui.

III°. A mesure que le Soleil avance de G en S; la Lumiere augmente successivement sur la surface terrestre où l'Œil *a* est placé : parce qu'à proportion que le Soleil s'approche de l'horison, les Rayons moins réfrangibles *nc*, qui alloient se perdre dans l'Atmosphere au-dessus de l'horison, se réfractent & s'infléchissent suffisamment pour se porter sur l'horison *na*, conjointement avec les rayons plus réfrangibles.

D'où il arrive que les Objets terrestres, avant le lever du Soleil, reçoivent déjà une abondante quantité de rayons, qu'ils réfléchissent; & par le moyen desquels ils deviennent très-distinctement visibles.

IV°. Les Rayons réfractés, quand le Soleil est encore un peu trop enfoncé sous l'horison TS, donnent une lumiere déjà suffisante pour éclairer très-vivement les objets terrestres; sans tracer encore dans l'Œil *a*, l'image même de cet Astre : parce que ces

Rayons, inégalement réfractés & trop éparpillés, n'arrivent point encore dans la rétine de cet œil, avec la densité & avec la combinaison dont ils ont besoin pour y tracer l'image de l'Astre qui les darde : *Image* qui doit résulter d'une impression faite par des Rayons assez denses, combinés entre eux à peu près de même qu'ils le sont en partant du sein de l'Astre. (911).

V°. Le *Crépuscule du soir*, est communément un peu plus long que celui du matin : parce que l'Atmosphere, échauffée & dilatée pendant le jour, refroidie & condensée pendant la nuit, a plus de hauteur le soir que le matin ; & que la durée de la Réfraction astronomique, tout étant égal d'ailleurs, est toujours sensiblement proportionnelle à la hauteur du Milieu où elle se fait.

VI°. Le Crépuscule est plus long dans les Solstices, que dans les Equinoxes ; tout étant supposé égal d'ailleurs : parce que dans les Solstices, la Lumiere traversant plus obliquement l'Atmosphere, est exposée pendant un plus long trajet, à l'action du Pouvoir réfractant de l'Atmosphere.

VII°. Il seroit inutile de s'arrêter ici à exalter la sagesse & la bienfaisance de la Providence, dans le grand Phénomene que nous venons d'expliquer.

Tout le Monde sait que le Crépuscule, en nous faisant passer par des degrés insensibles, de la plus grande lumiere aux ténebres, & des ténebres à la plus grande lumiere, ménage la délicatesse de nos yeux, prolonge la durée de nos journées, nous prépare avantageusement & à l'absence & au retour du Flambeau du Monde.

Personne n'ignore que les Peuples voisins des Poles, doivent à cette *salutaire Réfraction de la Lumiere*, ces belles nuits, ces nuits assez semblables à nos Crépuscules, qui les consolent & les dédommagent pen-

dant cinq ou ſix mois chaque année, de l'abſence totale & permanante de l'Aſtre du jour : abſence dont nous expliquerons ailleurs la Cauſe phyſique. (1315).



TROISIEME SECTION.

THÉORIE EXPÉRIMENTALE DU FEU:

OU RAPPORTS DE LA LUMIERE ET DE LA MATIERE IGNÉE.

LE *Feu* doit être conſidéré ſous deux états fort différens : d'abord comme *Subſtance ſimple & primitive ;* enſuite comme *Subſtance combinée* avec d'autres ſubſtances de différente nature. Sous le premier point de vue, c'eſt le *Feu élémentaire*, l'une des quatre Subſtances primitives qui entrent dans la compoſition des Corps : ſous le ſecond point de vue, c'eſt le *Phlogiſtique*, ou la partie inflammable des Corps combuſtibles.

LE FEU ÉLÉMENTAIRE.

1047. OBSERVATION. Après toutes les profondes méditations des Deſcartes, des Newtons, des Leibnitz, des Euler ; après toutes les ſavantes & ſubtiles expériences des Boërhave, des Boyle, des Réaumur, des Sthal, des Muſchenbroëk, des Macquer, des de Buffon, & de tant d'autres célebres Naturaliſtes ; le Monde philoſophe eſt reſté incertain & partagé ſur la nature du Feu.

Parmi les Naturaliſtes & les Chymiſtes, qui ont porté leurs Spéculations ſur la *nature du Feu*, & qui ont cherché à percer ce grand myſtere de la Nature :

Les uns ont prétendu que le Feu eſt un *Elément à part ;* un Aſſemblage de molécules d'une matiere ſim-

ple, sensiblement homogene, inaltérable, incoërcible, toujours en action & en mouvement, fluide par son essence, principe unique de toute Fluidité dans la Nature, cause primitive de la chaleur & de l'embrasement dans les Corps. Telle est en particulier, l'Opinion des Boërhave & des de Buffon.

II°. Les autres ont pensé que le Feu n'est qu'un *Assemblage fortuit* de substances hétérogenes quelconques, que la fermentation darde & dissipe en tout sens; & auxquelles le seul Mouvement donne la vertu qu'elles ont de brûler & de dissoudre les Corps: en telle sorte que le Feu ne soit autre chose, que les molécules mêmes de la terre, de l'eau, de l'air, divisées, atténuées, & dardées avec différentes modifications de mouvement.

III°. Un petit nombre, en considérant les étonnans phénomenes de la Substance ignée, a osé imaginer ou soupçonner que le Feu faisoit une *Classe d'êtres à part :* que c'étoit une Substance intermédiaire entre la Matiere & l'Esprit, totalement différente & de l'une & de l'autre.

Parmi ces *trois Opinions*, la premiere est plus que vraisemblable : la seconde est certainement fausse : la troisieme est évidemment inepte & absurde.

1048. ASSERTION I. *Le Feu élémentaire est une substance matérielle.*

DÉMONSTRATION. Une substance qui se prête à nos expériences & à nos observations : une substance qu'il nous est donné de dilater ou de condenser, d'augmenter ou de diminuer, de fléchir d'un côté ou d'un autre, à notre volonté : une substance qui affecte nos Sens, qui agit immédiatement sur tous les Corps, qui se divise & se partage entre eux, qui reçoit & qui communique du mouvement : une substance qui s'offre à nos sens & à nos idées, sous tous

les *caracteres de la Matiere*, eſt inconteſtablement une ſubſtance matérielle. Or, tel eſt le Feu.

Donc le Feu eſt une ſubſtance vraiment matérielle : ſubſtance infiniment ſubtile à la vérité, & qui doit être placée au rang des Fluides les plus atténués ; mais qui ne ceſſe point pour cela, d'être une vraie matiere : puiſqu'il eſt certain que les Fluides les plus ſubtils ne ſont pas moins matiere, que les Fluides les plus groſſiers. C. Q. F. D.

1049. ASSERTION II. *Le Feu élémentaire n'eſt point un Amas fortuit de ſubſtances hétérogenes, atténuées & miſes en mouvement.*

DÉMONSTRATION. I°. Une ſubſtance qui s'annonce par des *Effets toujours les mêmes*, par des *Caracteres toujours uniformes*, n'eſt point un amas fortuit de ſubſtances hétérogenes ; dont les caracteres & les effets varient néceſſairement en raiſon de leur différente nature & de leur différent mélange.

Or, le Feu élémentaire, le Feu ſéparé des ſubſtances avec leſquelles il eſt ſouvent combiné, produit toujours & par-tout les mêmes effets, proportionnés à ſa denſité ; ſe montre toujours & par-tout marqué aux mêmes traits, aux mêmes caracteres. Donc le Feu élémentaire n'eſt point un amas fortuit de ſubſtances hétérogenes, atténuées & miſes en mouvement.

II°. C'eſt une *Loi générale* pour le commun des Corps, que tout Mouvement une fois imprimé ſe ralentiſſe & ceſſe enfin d'être ſenſible, en ſe diſtribuant à une plus grande quantité de matiere. (310).

Or, il eſt évident que dans la *matiere du Feu*, le Mouvement ne ſuit pas cette Loi générale : puiſqu'une Etincelle, produite par le foible choc d'un caillou tranchant contre un acier trempé, ſe convertit ſucceſſivement en un incendie, avec une inconcevable

augmentation de mouvement, en transmettant son mouvement d'une substance à l'autre.

Donc la matiere du Feu est différente de la matiere qui compose le commun des Corps : donc la matiere du Feu, n'est point un amas de parties hétérogenes de ces corps.

Donc il y a dans les Corps qui s'embrasent, une *Cause de leur embrasement*, une cause distinguée des parties qu'elle darde & qu'elle dissipe ; une matiere disposée par sa nature à augmenter le Mouvement qu'elle reçoit ; & à devenir plus libre & plus puissante par ses propres effets. C. Q. F. D.

1050. ASSERTION III. *Le Feu élémentaire est une substance à part, un Fluide dont la nature est inaltérable, sensiblement homogene, toujours en mouvement ou toujours disposée au mouvement.*

DÉMONSTRATION. I°. Le Feu élémentaire est une substance à part ; une substance distinguée des substances terreuses, aérienes, aqueuses, gaseuses, qu'il agite & qu'il dissipe : puisqu'il est soumis à des Loix de mouvement différentes ; & qu'il s'annonce par des caracteres & par des effets, qui ne peuvent aucunement convenir à un mélange fortuit de ces différentes substances. (1049).

II°. Le Feu élémentaire est une substance sensiblement homogene : puisqu'il se montre toujours & par-tout sous les mêmes caracteres, & qu'il produit toujours & par-tout les mêmes effets : quels que soient les Mixtes plus ou moins terreux, plus ou moins aqueux, plus ou moins aériens, d'où il est extrait.

Le Feu émané du sein du Soleil, ne differe du feu émané du sein des Corps terrestres qui s'enflamment, qu'en ce que le premier est plus pur, plus séparé de substances étrangeres à sa nature.

III°. Le Feu élémentaire est une substance inalté-

rable dans sa nature : comme le sont & comme doivent l'être tous les *Principes des Corps ;* ainsi que nous l'avons suffisamment fait voir & sentir dans le premier Traité de cet Ouvrage. (12 & 145).

IV°. Le Feu élémentaire est un Fluide d'une inconcevable ténuité : puisque les *Corps les plus denses & les plus durs* présentent de toute part de libres passages à ce subtil Element, qui s'insinue dans leur plus intime substance; qui dilate & divise leurs plus subtiles parties, en rompt l'adhérence réciproque, les met dans un état de fluidité.

Il est même très-vraisemblable que tous les *Corps liquides & fluides* tendent par leur nature à l'état de solidité : que la seule action du Feu, donne à leurs parties intégrantes, la vertu qu'elles ont de rouler ou de glisser librement les unes sur les autres : que l'eau, par exemple, seroit un corps à peu près aussi solide & aussi dur que le marbre ; si le Feu interposé entre ses molécules, n'en entretenoit la désunion & n'en empêchoit l'adhérence.

V°. Le Feu élémentaire est un Fluide toujours en mouvement ou toujours disposé par sa nature au mouvement : puisque si on ne lui suppose pas une telle propriété, il est impossible de rendre aucune raison d'un grand Phénomene que l'on a chaque jour sous les yeux ; quand on voit une simple étincelle ou un simple charbon allumé se convertir par leur nature, par leur propre activité, en un grand feu, en un grand embrasement. C. Q. F. D.

1051. ASSERTION IV. *Il est assez vraisemblable que le Feu & la Lumiere ne sont qu'un seul & même Elément.*

DÉMONSTRATION. La Lumiere brûle, le Feu éclaire : donc le Lumiere & le Feu paroissent être un seul & même Principe, qui a deux destinations différentes ; ou qui est destiné à produire deux différentes

ſortes d'effets, la *Chaleur & l'Irradiation.*

I°. L'expérience démontre que *la Lumiere a la propriété de brûler :* puiſqu'en concentrant dans un même foyer la plus pure lumiere du Soleil, par le moyen d'une grande Loupe de cryſtal, on embraſe & on calcine très-aiſément en plein air, le bois, le fer, le plomb, qui ſe trouvent placés à ce foyer; & que dans le Vide, ſans embraſer & ſans calciner de même ces ſortes de corps, on les échauffe, on les pénetre de feu, juſqu'à les rendre rouges & étincelans comme un charbon ardent, par le même moyen de la Lumiere du Soleil. (150 & 1614).

Quelques modernes Naturaliſtes ont prétendu, d'après quelques ſophiſtiques ſpéculations, que *la Lumiere du Soleil n'a aucune chaleur par elle-même;* & que cette Lumiere du Soleil, ne devient un Principe de chaleur, que par ſon union avec le Fluide aérien, & avec cette partie de ce Fluide qui opere la combuſtion, & qui eſt connue aujourdhui ſous le nom d'Air déphlogiſtiqué.

Mais l'expérience des Métaux échauffés juſqu'à la fuſion, des Pierres échauffées juſqu'à l'incandeſcence, dans le Vide, ſous le Récipient d'une Machine pneumatique, par le Moyen d'une grande Loupe de cryſtal, adaptée à ce Récipient, démontre le contraire; & renverſe de fond en comble cette paradoxale prétention.

II°. L'expérience démontre que *le Feu a la propriété d'éclairer :* puiſque la même matiere qui produit l'embraſement des Corps, en occaſionnant la chaleur du Feu, occaſionne toujours ou preſque toujours l'irradiation de la Lumiere.

Et quand ce dernier effet eſt ſéparé du premier; cela vient de ce que le même Principe, qui n'eſſuie aucun obſtacle dans le premier de ſes effets, éprouve des obſtacles qui s'oppoſent au ſecond. Ces deux

effets, l'embrasement & l'irradiation, ne dépendent point des mêmes circonstances : comme nous l'expliquerons dans la Remarque suivante.

III°. Cette *idée de la Lumiere & du Feu*, s'accorde parfaitement bien avec la simplicité & l'économie que l'on voit régner généralement dans toutes les opérations de la Nature; qui se montre toujours & par-tout prodigue dans les effets, & avare dans les causes.

Pourquoi la Nature auroit-elle établi deux causes, pour opérer deux effets auxquels une seule & même cause paroît suffire ? Donc cette idée doit être admise, sinon comme certaine, du moins comme assez vraisemblable. C. Q. F. D.

1052. REMARQUE. I°. La Lumiere ou le Feu élémentaire a besoin, pour produire dans les Corps une *Chaleur sensible*, d'un certain degré de densité, qu'il seroit difficile de déterminer.

Trop affoiblis ou trop raréfiés, les rayons de cet Elément peuvent encore éclairer, sans être capables de brûler. Delà, une lumiere sans chaleur; c'est-à-dire, sans l'un des deux effets généraux que l'Elément igné est destiné à produire. Telle est la lumiere des Etoiles, de la Lune, de certains Phosphores.

La *Lumiere du Soleil*, échauffe moins nos Contrées en hiver qu'en été : parce que cette lumiere tombe plus obliquement & avec beaucoup moins de densité sur nos Contrées, en hiver qu'en été; & que dans la Lumiere, la vertu de brûler ou d'échauffer, croit non-seulement en raison de sa densité, mais dans un beaucoup plus grand rapport que celui de sa densité : comme nous l'avons observé ailleurs. (976).

II°. La Lumiere ou le Feu élémentaire a besoin, pour produire l'*Irradiation*, d'être en liberté & en action, d'être entierement dégagée & séparée des subs-

tances hétérogenes avec lesquelles elle peut être combinée.

La poudre à canon, l'huile, & une foule d'autres corps combustibles, sont comme des magasins ou des réservoirs, dans lesquels se trouve une immense quantité de Feu élémentaire, combiné avec des substances étrangeres : mais ce Feu ne brûle & n'éclaire, qu'autant qu'il se dégage avec explosion, des substances auxquelles il est uni.

III°. Le Feu élémentaire, qui se trouve logé & comme niché dans les pores des Corps, sans être combiné avec ces corps, n'éclaire point, ne brûle point : parce que ces deux effets dépendent de son *Explosion ;* & qu'à cette Explosion s'oppose suffisamment la résistance des corps qui le recellent, & la pression opposée du Fluide igné qui l'environne & qui se met toujours & partout en équilibre d'action avec lui.

LE PHLOGISTIQUE.

1053. OBSERVATION. Le *Phlogistique*, dont nous avons déjà donné ailleurs une idée générale, & dont nous traiterons beaucoup plus amplement dans la partie de cet Ouvrage qui embrasse les modernes Découvertes de la Physique & de la Chymie, est une combinaison intime du Feu élémentaire ou du Fluide igné & lumineux, avec une infinité de substances différentes, dans lesquelles le Feu élémentaire prend un *état de Fixité*, qui lui fait perdre ses deux propriétés caractéristiques ; celle d'éclairer, & celle de brûler. (186 & 1613).

I°. En se combinant avec les Substances terrestres, selon les Loix connues ou inconnues de leur Affinité simple ou complexe : l'Elément aérien perd son élasticité ; l'Elément aqueux, sa fluidité ; l'Elément igné, sa volatilité, & le plus souvent sa causticité.

L'Elément

L'Elément igné, ou le Feu élémentaire, ou le Fluide igné & lumineux, ainsi lié & fixé, dans les Corps combustibles, à différentes substances avec lesquelles il a une Affinité réelle, simple ou complexe : tel est le *Phlogistique de ces sortes de Corps*; tel est le Principe de leur inflammabilité; telle est la partie de leur être, que leur enleve la Combustion.

II°. Le *Feu élémentaire*, ainsi que les autres Principes des Corps, n'a pas une égale affinité avec toutes les substances de la Nature. Il doit donc se combiner plus aisément avec certaines substances; & se combiner plus difficilement ou ne point du tout se combiner avec certaines autres substances.

Par exemple, l'Eau régale, qui se combine facilement avec l'or, ne se combine pas de même avec l'argent. La même chose arrive au Feu élémentaire, qui se combine aisément avec les substances huileuses & sulfureuses; sans se combiner de même avec les substances aqueuses, avec les substances salines.

III°. Combiné avec certaines substances, telles que sont le bois, l'huile, la poudre à canon, tous les corps combustibles, le Feu élémentaire ne s'y trouve pas avec les propriétés qu'il a étant pur & isolé : de même que l'Air combiné dans les Corps dont il fait partie constituante, n'a point dans ces corps, la fluidité & l'élasticité qui le caractérisent dans son état naturel & hors de l'état de combinaison. (730).

Le Feu élémentaire, combiné avec les substances plus ou moins hétérogenes qui composent avec lui les Corps combustibles, perd son action & son mouvement dans cet état de combinaison; & la cause de cette perte, c'est l'*Affinité simple ou complexe* qu'il a avec les substances auxquelles il s'unit : affinité qui se trouvant plus forte que la tendance qu'il auroit à s'en éloigner en vertu de son mouve-

ment naturel, le rend immobilement adhérant à ces ſubſtances.

IV°. Cette adhérence eſt plus ou moins grande : ſelon le plus ou le moins d'affinité, qu'a le Feu élémentaire avec ces ſubſtances. Quand cette adhérence eſt très-foible : le Feu élémentaire, qui conſerve toujours radicalement ou intrinſéquement ſa tendance au mouvement, s'en dégage facilement, auſſi-tôt qu'une cauſe étrangere facilite ſa ſéparation ; & les *Corps combuſtibles* ſont d'autant plus facilement inflammables, qu'il y a moins d'adhérence entre les élémens ignés & les élémens hétérogenes avec leſquels ces élémens ignés ſont unis & combinés.

LE FEU DANS LES CORPS, COMBINÉ ET NON COMBINÉ.

1054. OBSERVATION. Le Feu élémentaire exiſte dans les Corps en deux manieres fort différentes : ſavoir, ou dans un état de Combinaiſon, ou ſans cet état de Combinaiſon.

I°. Il eſt certain d'abord, que *le Feu élémentaire exiſte dans les Corps, ſans être combiné avec eux :* s'y trouvant ſimplement logé dans leurs pores, & interpoſé entre leurs élémens, ſans ceſſer d'être feu elémentaire ; d'être un Fluide purement igné, doué d'action & de mouvement : comme l'Eau ſe trouve logée & interpoſée dans les pores d'une éponge, ſans ceſſer d'être eau naturelle, eau élémentaire.

Il eſt vraiſemblable que l'*élément du Feu*, répandu en plus ou moins grande quantité dans toute la Nature, ſe loge par-tout dans les pores des Corps ; & s'y met en équilibre, avec celui qui eſt répandu dans la maſſe de l'Air autour de ces Corps.

Un *pied cube d'eau* & un *pied cube d'huile*, placés dans la même température, contiendront une égale quantité de ce Feu élémentaire & non combiné : en

ſuppoſant que la ſomme de leurs pores, ſoit égale. Si l'huile a plus de pores, elle contiendra plus de feu élémentaire, pur & non combiné : mais elle ne ſera cependant pas plus chaude que l'eau : parce que le Feu élémentaire, logé dans leurs pores, a la même denſité dans l'huile & dans l'eau ; & que la vertu qu'il a de brûler, eſt proportionnelle, non à ſon volume, mais à la denſité & à la proximité de ſes élémens. (976).

Il eſt certain enſuite que *le Feu élémentaire exiſte dans les Corps, uni & combiné avec eux ;* ou faiſant partie conſtituante de leur nature, privé de ſes qualités de Fluide en mouvement, adhérant à leurs principes, & formant avec ces principes un nouveau tout, une nouvelle eſpece d'être : comme l'Eau, combinée dans les huiles, dans les plantes, dans les fruits, ſe trouve privée de ſa nature aqueuſe ; comme l'Air, combiné avec les différens Mixtes, eſt privé de ſa fluidité, de ſon reſſort, de ſa nature aériene.

III°. Il eſt certain enfin que *le Feu combiné n'eſt point en égale quantité dans tous les Corps.* Les Corps combuſtibles en contiennent plus ou moins : ſelon leurs différens degrés d'affinité avec l'Elément igné. Delà, leur plus ou moins de combuſtibilité.

Les Corps incombuſtibles n'en contiennent que très-peu ; & ce qu'ils en contiennent, eſt très-intimement combiné avec eux, & très-fortement adhérant à leurs autres Principes.

Il y a beaucoup de ce *Feu combiné*, dans un pied cube d'huile : il y en a infiniment peu, dans un pied cube d'eau, dans un pied cube d'Acide vitriolique.

La *Combuſtion*, qui n'eſt autre choſe que le dégagement & l'exploſion du Principe inflammable co- tenu dans les Corps combuſtibles, détruit l'état de combinaiſon qu'avoit le Feu élémentaire avec les ſubſtances hétérogenes qui forment ces Corps.

Ce Feu combiné, dégagé des principes auxquels l'attachoit son affinité, redevient feu pur, feu élémentaire : comme l'Air combiné avec les corps, quand la dissolution l'en dégage, revient à son état naturel, fluide & élastique. (729).

IDÉE DE LA COMMUNICATION DU FEU.

1055. OBSERVATION. Le Feu se communique d'un Corps à un autre, en deux manieres fort différentes ; que l'on ne peut confondre, sans détruire toute la théorie de cet Elément. Ces deux manieres sont relatives au double état sous lequel nous venons de le considérer ; à son *état de Liberté*, & à son *état de Combinaison*. Le Feu libre & en action, se communique par voie de division. Le Feu combiné se communique par voie de production.

I°. *Le Feu se communique par voie de division*. C'est ainsi qu'un Fer fortement chauffé, communique son feu ou sa chaleur à un corps quelconque auquel on l'applique ; qu'une quantité d'eau bouillante, versée dans une certaine quantité d'eau froide, partage sa chaleur avec cette derniere ; qu'un Air brûlant imprime sa chaleur aux corps qu'il environne.

Cette communication du Feu, n'a rien de remarquable : elle est soumise aux Loix générales de la communication du Mouvement. Le Corps qui communique la chaleur, en perd autant qu'il en donne : le Corps qui reçoit la chaleur, n'en acquiert qu'autant qu'en perd le corps qui l'échauffe.

Mais, comme la Matiere ignée & lumineuse, qui constitue le Feu & qui produit la Chaleur, agit & opere en raison de la *densité* & de la *proximité* de ses molécules en mouvement ; ainsi que nous l'avons précédemment observé & démontré (976) : il arrivera souvent que la Chaleur d'un Corps échauffé, en se communiquant à un Corps d'une masse égale à

la sienne, ne produira pas dans les *deux Masses réunies*, un degré de chaleur, égal à la moitié de celle qu'avoit le Corps échauffant.

II°. *Le Feu se communique par voie de production & d'accroissement.* Une étincelle, échappée du sein d'un caillou, embrase l'amadou, l'allumette, un tas de bois, une forêt entiere. Quel accroissement de mouvement & de force, dans cette communication du Feu !

Cette maniere de se communiquer, convient au *Feu combiné*, au Phlogistique ; & nous allons en donner une explication qui paroîtra peut-être moins une hypothese, que la théorie même de la Nature.

DÉGAGEMENT DU FEU COMBINÉ, DANS LA COMBUSTION DES CORPS.

1056. OBSERVATION. Nous avons déjà fait voir comment le Feu ou le Fluide igné & lumineux se combine avec les différentes Substances : comment il devient l'un des Principes des Corps ; comment il se trouve sans mouvement & sans action, dans ces corps. Il s'agit maintenant d'exposer comment le Feu se dégage de cet état de combinaison, avec un si grand accroissement de forces.

I°. Le Feu, par sa nature, tend à être libre, à être en mouvement & en action. Mais cette tendance à l'action & au mouvement, peut être arrêtée & captivée par une *Affinité* plus ou moins grande de la substance qui constitue le Feu, avec d'autres especes de Substances : c'est l'état du Feu combiné, ou du Phlogistique.

Chaque élément du Feu, est retenu & captivé plus ou moins fortement, par un élément de différente matiere, auquel il est intimement uni ; & avec lequel il a une plus ou moins grande affinité.

II°. Cette *Adhérence des élémens ignés, aux élémens*

des autres substances, adhérence toujours proportionnelle à l'affinité plus ou moins grande qui l'occasionne, peut varier considérablement.

Car, en supposant que la tendance naturelle du Feu au mouvement, soit captivée & détruite par la *Force d'affinité* qui l'unit à des élemens d'une autre espece : il est clair que cette tendance naturelle du Feu au mouvement, doit être toujours moindre que la Force d'affinité qui la combat & la détruit ; & que cette Force d'affinité, qui enchaîne & captive les élémens ignés peut ou n'*excéder que fort peu*, ou *excéder notablement*, la tendance naturelle du Feu élémentaire au mouvement.

Delà, une Explication relative à ce double état du Feu élémentaire, combiné avec d'autres substances.

Dégagement et communication du Feu, dans les Corps très-facilement combustibles.

1057. Explication. Dans le Cas où la tendance naturelle du Feu au mouvement, ne cede que fort peu à la *Force d'affinité* qui l'enchaîne & la captive : chaque élément igné n'éprouve qu'une résistance à peu près égale à son action, ou peu supérieure à son action : de sorte que si cette action des élémens ignés, ou cette tendance naturelle qu'ils ont au mouvement, venoit à être augmentée de quelque maniere que ce soit ; tous ces Elémens captifs romproient leurs chaînes, se soustrairoient à l'affinité qui les captive, se mettroient en liberté & en mouvement.

C'est l'état de l'Amadou, de la Poudre à canon, de tous les Corps très-facilement inflammables : dans lesquels la *Force attractive d'affinité*, n'excede que fort peu la *Force expansive & explosive*, qu'ont naturelle-

ment les élémens ignés qui se trouvent combinés avec les autres Principes de ces corps.

I°. Une *Etincelle*, qui n'est autre chose qu'un petit ballon de feu dégagé du sein d'un caillou, vient-elle à tomber sur de l'Amadou, par exemple ?

Ce *petit Ballon de feu*, rencontre dans cette substance facilement combustible, un *Elément de feu*, qui n'y est retenu & captivé que par une force attractive à peu près égale à sa force expansive ; ou par une force attractive qui n'excede pas considérablement sa force expansive ou sa tendance naturelle au mouvement.

Quand l'action ou la tendance au mouvement, qu'a naturellement cet *Element du feu heurté par l'étincelle*, est doublée ou triplée par le choc de l'étincelle, qui lui imprime une force opposée à celle qui le fixe & le lie : alors cet Elément igné, auparavant enchaîné dans l'amadou, se trouve en état de vaincre la force attractive ou l'affinité qui le captivoit. Alors il se dégage & il s'échappe de ses chaînes : il se remet en liberté & en mouvement : il s'élance & avec sa force intrinseque & avec la force que lui a communiqué l'étincelle, dans les *Parties contiguës de l'Amadou* ; où se trouvent par-tout d'autres semblables Elémens ignés, dont l'action ou la tendance naturelle au mouvement, n'est arrêtée que par des obstacles à peu près égaux ou peu supérieurs à leur tendance au mouvement.

Ces *nouveaux Elémens ignés*, aidés par l'impulsion de l'étincelle, par l'impulsion du premier élément dégagé & mis en jeu par l'étincelle, par l'impulsion toujours croissante des différens élémens ignés qui se dégagent successivement & s'élancent de toute part dans la substance de l'Amadou, reprennent tour à tour leur liberté & leur action ; & vont successivement de proche en proche, par le même mécanisme, dé-

gager d'*autres Elémens captifs* : jusqu'à ce que tous les Elémens ignés, combinés avec des élémens d'une autre espece dans l'Amadou, aient repris leur liberté & leur action.

II°. Pour nous former une image sensible de ce *dégagement des Elémens ignés* : concevons dix ou douze Cubes de plomb, percés par le milieu, & suspendus séparément les uns au-dessus des autres, chacun par un fil vertical qui n'ait guere que la force suffisante pour le soutenir. Chacun de ces Cubes, a une tendance naturelle à rompre l'obstacle qui le retient, & qui n'a guere que la force qu'il faut pour le retenir.

Que le *Cube le plus haut* vienne à recevoir accidentellement une augmentation de force contre le fil qui le soutient ! Il rompra son fil ; il tombera sur le *second Cube*, qui rompra de même le fil par lequel il étoit arrêté & soutenu.

Ces deux premiers Cubes, rendus à leur action naturelle, tombent sur le troisieme, & l'emportent avec eux sur le quatrieme & sur tous les suivans jusqu'au dernier, avec une somme de forces toujours croissante. Plus il y aura de Cubes ainsi arrêtés & suspendus : plus leur effort commun, après leur dégagement général, sera efficace & puissant.

III°. Pour nous former d'une autre maniere, une image sensible de ce même dégagement des Elémens ignés, dans les Corps très-facilement combustibles : concevons un Fluide très-élastique, enfermé dans une infinité de *petits Globes creux d'un verre très-mince*, posés les uns sur les autres ; & qui n'aient chacun que la force nécessaire pour captiver le Fluide. Si l'un de ces petits Globes, vient à être heurté par une cause extrinseque : il se brise. Le Fluide élastique qu'il contenoit, rendu à son action, s'arme de ses débris ; s'élance contre le globule voisin ; lequel s'entrou-

vre à ſon tour ; & eſt à ſon tour, dardé par ſon Fluide, ſur d'autres globules. Et ainſi, de proche en proche, toutes les portions du *Fluide auparavant captivé*, reprennent leur force & leur action ; font un effort général & commun contre tout ce qui s'oppoſe à leur libre expanſion.

IV°. Le *Concours de l'Air*, étant néceſſaire à toute combuſtion, même à celle de la Poudre à canon (823) : nous ſuppoſerons toujours, dans toute cette théorie du Feu, que l'*action de cet Elément*, dans l'inflammation & dans l'embraſement des Corps plus ou moins aiſément combuſtibles, eſt aidée & favoriſée par le concours du Fluide aérien.

Mais, de ce que le Fluide aérien eſt néceſſaire à toute combuſtion, il ne s'enſuit pas que la combuſtion ne ſoit autre choſe, qu'*une diſſolution du Corps combuſtible*, dans ce Fluide : ainſi que nous l'obſerverons ailleurs. (1614 & 1618)

1057. II°. REMARQUE. Le même Mécaniſme phyſique qui embraſe l'Amadou, produit l'embraſement de tous les Corps combuſtibles. La différence n'eſt que du plus ou du moins, dans la cauſe qui produit cet embraſement.

Une Etincelle ſuffit à l'Amadou & à la Poudre à canon, pour y dégager de leur état de combinaiſon & de fixité, les *Elémens ignés* : leſquels s'y trouvent très-foiblement arrêtés & captivés.

Dans les huiles, dans les graiſſes, dans le bois, les *Elémens ignés* ont une combinaiſon plus intime & plus forte, avec les diverſes ſubſtances auxquelles ils ſe trouvent unis ; & ils ont beſoin d'un plus grand ſecours, d'une plus grande augmentation de force, pour s'arracher à l'Affinité qui les y fixe, qui les y captive.

Mais, une fois dégagés de leurs liens, ils s'uniſ-

ſent de même à la force qui les a mis en liberté & en action : ils en augmentent l'activité & l'énergie, d'un inſtant à l'autre ; & ils concourent conjointement avec elle, au dégagement des Elémens ignés qui reſtent à dégager ; & par-là même, à l'embraſement général de tout le Corps plus ou moins combuſtible, auquel ils ſe trouvent adhérens ou contigus.

Dégagement et communication du Feu, dans les Corps difficilement combuſtibles.

1058. EXPLICATION. Dans le Cas où la tendance du Feu au mouvement, eſt notablement moins grande que la *Force d'affinité* qui l'unit aux différentes ſubſtances : chaque élément igné eſt enchaîné & captivé par une force qui excede conſidérablement ſa tendance naturelle au mouvement ; & ne peut ſe dégager & ſe mettre en liberté, que par le moyen d'un très-grand accroiſſement de force oppoſée à celle qui le captive.

C'eſt l'état des Corps moins facilement inflammables que ceux dont nous venons de parler : tels que les huiles, les graiſſes, le bois, qu'une ſimple Etincelle n'enflamme point immédiatement.

I°. *Un Corps plus difficilement inflammable, tel que le bois, eſt une combinaiſon de Feu élémentaire & de différentes ſubſtances ;* qui, en vertu d'une très-forte affinité, retiennent & enchaînent fortement les Elémens ignés, combinés avec elles.

Il faut donc qu'une notable quantité de feu élémentaire, libre & dégagé, s'applique à une Bûche, par exemple : pour que ces élémens ignés, captifs dans ſon ſein, puiſſent rompre les obſtacles qui enchaînent leur action ; puiſſent reprendre leur liberté, & s'élancer de proche en proche, avec une force

toujours croissante, entre les élémens ignés qui restent fortement combinés & captivés dans la même bûche déjà en partie enflammée & consumée.

La Bûche & l'Amadou s'enflamment de la même maniere : mais les Elémens ignés, combinés avec ces deux especes de corps, ont besoin d'une plus grande force étrangere, pour rompre l'union qu'ils ont avec la bûche, que pour rompre l'union qu'ils ont avec l'amadou.

II°. *Le Bois sec brûle mieux que le Bois verd ou humide :* parce que dans ce dernier, les ballons de Feu intérieur, sont par-tout comme enveloppés d'un rempart d'eau ; qui détruit en partie l'action du feu libre & dégagé qui tend à les mettre en liberté & en action.

III°. *Le Bois trop vieux brûle moins bien, qu'un bois moins usé de vétusté :* parce que dans ce dernier, l'évaporation de la partie aqueuse, a trop ouvert les pores, a trop écarté les parties terreuses & salines ; a donné lieu à une trop grande dissipation des molécules ignées.

IV°. *Tel Bois, toutes choses étant égales d'ailleurs, brûle mieux que tel autre bois :* soit parce que le premier contient une plus grande abondance de particules ignées, comme la Poudre à canon en contient plus que l'Amadou ; soit parce que dans le premier, les molécules ignées ont moins d'adhérence aux molécules salines & terreuses, que dans le second ; comme dans l'Amadou elles en ont moins que dans d'autres substances plus difficilement inflammables.

V°. *Une Bougie allumée se consume jusqu'au bout :* parce que la Cire dont elle est formée, est une combinaison de Substances saturées d'une très-grande quantité de molécules ignées, qui ne sont retenues dans la cire que par une médiocre force attractive ; & que la flamme de la Meche, met en état de se dé-

gager successivement des liens qui les captivent. On peut dire la même chose, de l'huile qui nourrit la flamme d'une Lampe.

VI°. *L'Eau ne brûle point comme l'huile* : parce que l'eau, qui seule & isolée n'a point ou presque point d'affinité avec le Feu élémentaire, ne combine point ses molécules avec les molécules de cet élément.

Pour que l'élément de l'eau, puisse se combiner avec l'élément du feu : il faut que l'eau soit combinée elle-même avec d'autres substances, qui y fassent la fonction d'Intermede, & qui la disposent à s'unir avec l'élément du feu ; comme cela arrive dans les huiles, dont la plus grande partie est aqueuse.

VII°. *Il y a des Pierres ignescentes, ou des Pierres plus propres à donner des étincelles de feu* : soit parce que les substances qui forment ces Pierres, contiennent une plus abondante quantité de molécules ignées ; soit parce que le feu combiné avec ces substances, y est moins fortement adhérant que dans les autres especes de Pierres.

Le choc d'une de ces Pierres contre un Acier trempé, fait jaillir des étincelles : parce que ce choc, ou cette somme de mouvement, augmente & fortifie la *tendance au mouvement*, qu'ont les molécules ignées, combinées avec le caillou ; & donne aux molécules ignées qu'il atteint plus immédiatement, une force suffisante pour les dégager de la force attractive, ou de la force d'affinité, qui les retenoit dans le caillou.

VIII°. Par la même raison, *tout frottement ou mouvement considérable, peut occasionner l'embrasement des Corps combustibles* : en dégageant & en mettant en action, les molécules ignées qui y sont captivées ; & qui, en devenant libres par le mouvement que leur imprime & que leur ajoute le frottement, vont unir leur force impulsive & explosive à d'autres molécules

ignées, contenues dans ce corps; & déjà disposées & préparées par leur tendance naturelle au mouvement, à rompre leurs liens & à reprendre leur liberté.

Si le frottement ou le mouvement peut embraser les Corps, à plus forte raison pourra-t-il contribuer à y entretenir ou à y augmenter un certain degré de chaleur.

C'est ce que nous éprouvons sensiblement, dans tout exercice un peu violent. Les molécules ignées, combinées avec toute notre substance, s'élancent & se dissipent en tout sens; augmentent le feu intérieur, déjà dégagé & en action; & entraînent, en se dissipant au-dehors par nos pores entrouverts, une foule de substances différentes, connues sous le nom général de transpiration & de sueur.

IX°. *L'Air, dardé avec impétuosité du sein d'un Soufflet, anime un grand feu, & éteint une bougie.* Il anime un grand Feu: parce qu'il darde en torrens impétueux le feu libre & déjà en action, contre le feu qui reste à dégager dans les matieres qui, conjointement avec lui, servent d'aliment au feu. Il éteint une Bougie; parce qu'il emporte & dissipe tout le Feu libre & dégagé, qui pourroit servir à dégager le feu encore enchaîné & captif dans la Bougie.

Le *Feu qui s'accumule dans un Corps*, & qui en embrase librement le Phlogistique, y prend sans cesse une nouvelle force: comme nous venons de l'expliquer. Et quand cette force est parvenue à un certain point: ce Feu accumulé & rendu à son action, rompt toutes les barrieres qui le captivent; s'arme de toutes les matieres étrangeres qu'il rencontre sur sa route; les darde & les dissipe en différens sens, avec une impétuosité proportionnelle à sa densité; & produit sur les Corps environnans, des secousses immensement plus grandes, que s'il se fût échappé seul & isolé, sans entraîner des *Substances étrangeres*, qui

prennent sa vîtesse & lui prêtent leur masse : d'où résulte une très-grande somme de Mouvement ou de Force motrice. (269).

OBJECTIONS A RÉFUTER.

Toute *théorie du Feu*, souffre nécessairement de très-grandes difficultés : celle que nous venons de donner, paroît la plus simple, la plus naturelle, la plus satisfaisante. Nous allons tâcher de résoudre les principales Objections par où l'on peut l'attaquer & la combattre.

1059. OBJECTION I. La Lumiere & le Feu ne sont point une seule & même substance : puisque la Lumiere & le Feu ont des propriétés diamétralement opposées & évidemment incompatibles ; comme il est aisé de s'en convaincre.

I°. Le Feu pénetre des corps, qui sont impénétrables à la lumiere ; par exemple, une Platine de cheminée, ou une épaisse masse de fer.

II°. Il y a du Feu sans lumiere, comme dans l'eau bouillante, ou dans un fer échauffé : il y a de la Lumiere sans feu ; & telle est la lumiere des Phosphores ; ou la lumiere de la Lune, qui recueillie & concentrée en un même foyer par le moyen d'une grande Loupe, n'occasionne aucune variation dans un Thermometre.

III°. La Lumiere ne se propage qu'en lignes droites : le Feu au contraire se propage en tout sens & selon toute direction ; ainsi que le Son.

IV°. La Lumiere s'affoiblit toujours ; le Feu, au contraire, s'augmente souvent, en se communiquant.

Donc la Lumiere & le Feu sont deux substances aussi différentes l'une de l'autre, que l'Air peut l'être de l'Eau ou de la Lumiere.

RÉPONSE. Un *même Etre*, en se montrant sous dif-

férentes modifications, ſemble d'abord prendre deux natures différentes. Par exemple, l'Air condenſé ſous une Machine pneumatique, étouffe un animal : l'Air extérieur le vivifie. Dira-t-on que ce ſont-là deux différentes eſpeces d'air ; parce qu'elles produiſent des effets contraires, la vie & la mort, dans le même Sujet ?

De même, l'Air libre, tel que nous le reſpirons, eſt fluide & élaſtique : l'Air combiné avec les corps, dont il fait partie conſtituante, paroît fixe & ſans élaſticité (730). Dira-t-on que le premier eſt de différente eſpece que le ſecond ; parce que celui-là ſe montre ſous des propriétés, que des obſtacles invincibles empêchent de ſe développer dans celui-ci ?

Après cette Obſervation générale, que l'on pourroit faire également ſur une foule d'autres Corps de même eſpece, nous allons examiner en détail, les différentes parties de l'Objection dont il eſt ici queſtion.

I°. *Le Feu*, dit-on, *pénetre des Corps impénétrables à la Lumiere.* Je réponds que la Lumiere & le Feu élémentaire pénetrent les mêmes corps, & ſont répercutés par les mêmes corps.

Par exemple, la lumiere du Soleil, en tombant ſur la ſurface d'un *Miroir de métal* qui la réfléchit, échauffe la premiere couche de cette ſurface : cette premiere couche communique ſa chaleur à la ſeconde, la ſeconde à la troiſieme, & ainſi de ſuite, juſqu'à la derniere ; qui communique de proche en proche ſa chaleur, à tous les Fluides environnans.

Le Phlogiſtique, ou le Feu combiné & non libre, qui ſe trouve ou dans ce *Miroir de métal*, ou dans la *Platine d'une cheminée*, agité par le feu du Soleil ou par le feu des Charbons, éprouve une eſpece de fermentation dans l'intérieur de ces Corps ; & y unit ſon action à celle de la Lumiere ou du Feu

qui agit ſur leur ſurface, & qui s'inſinue en partie dans leurs pores.

Quand ces Corps ſont échauffés juſqu'à l'incandeſcence ; ils deviennent lumineux : parce qu'alors il ſort à travers leurs pores plus ouverts, une aſſez grande quantité de Lumiere ou de Feu élémentaire, pour ébranler ſenſiblement l'organe de l'œil.

Quand ces Corps ne ſont pas échauffés juſqu'à l'incandeſcence, & qu'ils ſe trouvent dans un lieu ténébreux ; l'œil ne les apperçoit point : parce que la quantité de Lumiere ou de Feu élémentaire qui s'échappe de leur ſein, n'eſt point ſuffiſante pour ébranler ſenſiblement l'organe de la vue, & pour y former l'image de ces objets.

La *Chaleur que l'on ſent derriere une Platine*, eſt proprement la chaleur de l'Air environnant ; qui prend ſucceſſivement par communication la chaleur de la Platine, & la communique aux différentes parties de notre corps qu'il vient affecter par ſa vertu élaſtique. Cette partie de la Platine, ne darde point ou ne darde qu'infiniment peu de feu pur : quoiqu'elle darde beaucoup d'autres Fluides, que l'action du feu libre fait entrer & ſortir ſucceſſivement par ſes pores.

II°. *L'Eau bouillante*, dit-on, *a beaucoup de feu ; & n'a point de lumiere.* Je réponds que la chaleur de l'eau bouillante, eſt une chaleur communiquée à ce corps, par la Lumiere ou le Feu libre & élémentaire, qui a exercé ſon action ſous la Chaudiere.

L'Eau bouillante ne donne point de lumiere : parce qu'elle ne darde point de ſon ſein, une ſuffiſante quantité de feu pur, pour affecter l'organe de la vue. Le Feu qui s'en échappe, encore mêlé & peut-être combiné avec les vapeurs qu'il emporte, eſt privé de cet état de liberté & de décompoſition, où il doit ſe trouver pour être lumineux.

III°. *Il y a*, dit-on, *de la Lumiere ſans feu : telle*

que

que la lumiere des Etoiles, de la Lune, de certains Phosphores. Je réponds que la lumiere en question, est un vrai feu; mais un feu à rayons trop affoiblis, trop peu denses, pour produire son effet de combustion : quoiqu'il ait encore assez de force & de densité, pour produire son effet d'irradiation. Ces *deux effets d'un même Principe*, peuvent dépendre de certaines conditions qui soient tantôt réunies & tantôt séparées dans ce même Principe. (1052).

IV°. *La Lumiere*, dit-on encore, *ne se propage qu'en lignes droites; & le Feu se propage selon toute direction.* Je réponds que la Lumiere & le Feu élémentaire ne se propagent qu'en lignes droites.

Le Feu qui se propage autrement qu'en lignes droites, n'est point le feu pur, le feu élémentaire, le feu dégagé de toute substance étrangere à sa nature. C'est un *amas de Fluides échauffés*, que l'action du Feu élémentaire dissipe; & qui, selon la nature du commun des Fluides, vont en tout sens & selon toute direction, se mettre en équilibre avec les Fluides de leur espece; ou bien, ce sont des *tourbillons de Phlogistique*, encore unis & combinés avec les substances atténuées où ils fermentent; & où ils font effort pour s'en dégager : tourbillons qui, selon les loix de la Gravitation & de l'Hydrostatique, doivent se répandre & se distribuer dans la masse de l'Air, comme tous les Fluides plus ou moins sensiblement gravitans.

V°. *La Lumiere*, dit-on enfin, *s'affoiblit en se communiquant : au lieu que souvent le Feu s'augmente.* Je réponds que la Lumiere & le Feu élémentaire s'affoiblissent toujours en se communiquant, quand ils ne sont point aidés par une Cause propre à augmenter leur activité intrinseque; & que l'un & l'autre s'augmentent également en se communiquant, quand une cause

préexistante favorise leur action dans les Corps qu'ils atteignent.

Une *Etincelle*, qui s'échappe du sein d'un caillou, n'a qu'une petite lumiere & qu'un petit feu : cette étincelle, reçue sur un magasin de Poudre à canon, se convertit à la fois & en une très-grande lumiere & en un très-grand feu, par le mécanisme que nous avons précédemment développé. (1057).

Il résulte de tout cela, que les raisons par lesquelles on attaque l'*identité de nature*, entre la Lumiere & le Feu élémentaire, ne sont rien moins que triomphantes & décisives ; & que ces Objections, quoique très-embarrassantes, ne font perdre au Sentiment que nous adoptons, aucun degré de vraisemblance.

1060. OBJECTION II. Si la Lumiere & le Feu sont une seule & même substance : la *Chaleur* devroit croître de jour en jour, de siecle en siecle, sur la Terre ; à cause de l'immense quantité de feu, qui lui vient sans cesse du Soleil.

RÉPONSE. La Lumiere ou le Feu élémentaire, que le Soleil darde sans cesse sur la Terre, s'en échappe à peu près dans la même proportion qu'il y arrive : il ne doit donc point s'accumuler & s'augmenter de siecle en siecle, sur la surface & dans la masse de notre Globe.

I°. La Lumiere émanée du Soleil, est réfléchie en très-grande partie loin de notre Globe, par les surfaces impénétrables qu'elle y rencontre. Cette partie du Feu élémentaire que nous envoie le Soleil, ne doit donc pas augmenter la masse de Feu qui pénetre & qui échauffe notre Globe.

II°. La partie de la Lumiere émanée du Soleil, qui reste comme emprisonnée dans les pores des Corps où elle pénetre & où elle s'engloutit, se combine

sans cesse avec les différentes Productions de la Nature : elle y devient l'un de leurs principes, l'un de leurs constitutifs.

Parmi ces Productions de la Nature, la fermentation, la putréfaction, la combustion, en décomposent chaque jour une immense quantité ; & le Feu combiné avec la substance de ces Corps, en reprenant sa liberté, en redevenant lumiere ou feu élémentaire, s'en échappe avec la *vîtesse affectée à la Lumiere*, avec une vîtesse qui lui fait parcourir en une Seconde de tems, si rien ne l'arrête, un espace d'environ soixante-quinze mille de nos lieues communes ; & qui l'emporte sans retour, bien loin de notre Globe. (895).

Combien de jours & d'années n'a-t-il pas fallu à la Nature, pour accumuler & pour combiner dans la Bûche qui se consume actuellement sur mes chenets, cette immense quantité de feu élémentaire, qui en sort en une demi-heure ; & dont une grande partie, celle qui n'est point arrêtée par des obstacles impénétrables, est en un instant perdue pour notre Globe !

III°. Il est donc facile de concevoir comment, malgré l'immense quantité de lumiere ou de feu élémentaire, que le Soleil darde sans cesse sur notre Globe, la *Chaleur* n'y prend pas des accroissemens sensibles d'une année à l'autre : puisque dans ce commerce de feu élémentaire, notre Globe doit perdre d'une part, à peu près autant qu'il gagne de l'autre.

1061. OBJECTION III. Toute Matiere est soumise aux Loix de la gravitation : le Feu, qui a sa tendance naturelle de bas en haut, n'est point soumis aux Loix de la gravitation : donc le feu n'est point une matiere.

RÉPONSE. La Loi de gravitation, comme le re-

connoiſſent tous les Phyſiciens & comme nous le reconnoiſſons avec eux, eſt une *Loi générale de la Nature*, qui affecte indifféremment tous les corps : le Feu élémentaire n'en eſt pas plus exempt, que l'Or & le Plomb.

Le Feu élémentaire, le Feu libre & dégagé, en vertu de ſon mouvement toujours permanant, a ſa tendance naturelle en tout ſens. S'il paroît avoir une tendance ſpéciale à ſe porter vers le zénith : c'eſt parce que, ſelon les Loix générales de l'Hydroſtatique, les Fluides moins denſes & moins gravitans s'élevent au-deſſus des Fluides plus denſes & plus gravitans, en vertu de la Gravitation même. (652).

Si le Feu pur, en s'inſinuant & en s'accumulant dans certains corps, ſemble les rendre plus légers & moins gravitans : c'eſt parce qu'il les dilate, & qu'il leur ajoute plus en volume, qu'il ne leur ajoute en poids réel. C'eſt ainſi que l'Air, en s'inſinuant dans une Veſſie, la rend ſpécifiquement plus légere : quoique l'Air que la veſſie acquiert, ſoit intrinſéquement gravitant & peſant par lui-même. (667).

1062. OBJECTION IV. Dans la théorie que nous donnons du Feu élémentaire, nous ſuppoſons que le feu eſt un fluide toujours en mouvement, ou un fluide toujours doué d'une tendance naturelle au mouvement.

Mais d'où peut venir au Feu, cette permanante activité ? Comment & pourquoi cette matiere n'a-t-elle pas, comme la terre & l'eau, l'inertie en partage ? Lui ſuppoſer une permanante activité, n'eſt-ce pas introduire dans la Phyſique, un effet ſans cauſe ? N'eſt-ce pas avancer un fait, ſans preuve, ſans fondement, ſans vraiſemblance ?

RÉPONSE. La Difficulté que l'on objecte ici contre le Sentiment que nous venons d'expoſer & de dé-

velopper ſur la théorie du Feu, eſt une difficulté commune à toute opinion & à tout ſyſtême ſur cette matiere.

Il eſt démontré par les effets du Feu, que le Feu eſt une ſubſtance toujours en mouvement, ou toujours douée d'une tendance naturelle au mouvement. Voilà un Point fixe, un Phénomene certain, d'où il faut partir dans toute théorie poſſible ſur la nature du Feu : quelques difficultés qui puiſſent en découler.

Suppoſer au Feu élémentaire, ce mouvement permanant, ou cette permanante tendance au mouvement, ce n'eſt donc pas ſuppoſer un Fait ſans fondement & ſans vraiſemblance. Nous allons faire voir que ce n'eſt pas non plus ſuppoſer un Effet ſans cauſe ; & qu'il n'eſt pas impoſſible d'aſſigner la Cauſe permanante de cet effet permanant.

I°. Reconnoître que la Volonté libre de l'Auteur de la Nature, eſt la cauſe primitive & l'unique cauſe efficiente de tout Mouvement dans la Nature : c'eſt adopter un Principe qu'avoue la Raiſon (76) ; c'eſt adopter une Vérité qu'adoptent aujourdhui aſſez généralement tous les vrais Philoſophes.

Dans cette hypotheſe très-vraiſemblable & très-philoſophique, la *matiere du Feu*, ainſi que toute autre matiere, aura intrinſéquement & par ſa nature, l'inertie en partage ; & ne devra l'activité permanente qui l'anime, qu'à l'action du Créateur, qui lui imprime perſévéramment le mouvement ou la tendance au mouvement.

II°. Que l'Auteur des Choſes exiſtantes, pour entretenir l'action générale de la Nature, ait décerné que *le Feu élémentaire* ſeroit toujours en mouvement ; ou qu'il ne perdroit ſon mouvement, que quand il ſe combineroit avec d'autres ſubſtances ! Dans cette hypotheſe très-ſimple & très-vraiſemblable, le Feu pur, le Feu élémentaire, le Feu non combiné, ſera

un Fluide toujours en mouvement ; & son mouvement sera le grand mobile & le grand ressort de toute la Nature.

Dans le Feu élémentaire, ainsi que dans tout autre corps, le Mouvement ou la Force motrice sera le produit de la masse par la vîtesse : ce *Mouvement du Feu*, ainsi que tout autre Mouvement, sera donc susceptible de plus ou de moins, d'augmentation & de diminution.

III°. Ce Mouvement du feu, qui n'est qu'une force finie & limitée, pourra être suspendu & captivé, ou par une Résistance invincible, ou par une Force prédominante.

Le Feu élémentaire, malgré sa tendance permanante au mouvement, pourra donc ou *être comme emprisonné dans des Cavités sans issue ;* & dans ce cas il aura un mouvement tourbillonnant en ligne courbe ; ou *être comme enchaîné par une Force supérieure & opposée d'affinité ;* & dans ce cas, son mouvement cessera, sans que sa tendance au mouvement cesse : comme un caillou suspendu en l'air par un fil, perd son Mouvement de gravitation, sans perdre sa tendance au Mouvement de gravitation.

Tel est ici, comme en précis, ou comme en derniere analyse, le fonds d'idées, que nous venons de donner sur la théorie du Feu. Il est clair que ce fonds d'idées, ne présente rien d'absurde & d'antiphilosophique ; & que la succinte théorie du Feu qu'il renferme, est très-conforme & à la Nature & à la Raison : ainsi que nous l'observerons & que nous le démontrerons encore ailleurs. (1865 & 1868).

PHÉNOMENES REMARQUABLES EN GENRE DE CHALEUR ET DE FROIDURE.

1063. OBSERVATION I. Le Froid n'est autre chose que l'absence ou la privation du Feu libre ou du Feu

en action : comme les Ténebres ne sont autre chose que l'absence ou la privation de la Lumiere.

Plus il y a de Feu élémentaire en action & en mouvement dans un Corps, plus les parties intégrantes de ce Corps sont échauffées : moins il y a de ce Feu dans un Corps, plus les parties intégrantes de ce corps sont froides. S'il n'y avoit absolument point de ce Feu libre & en action dans un Corps : ce Corps auroit un froid infini ; ou un froid le plus grand qui soit possible dans la Nature.

I°. *Il n'y a point de Froid infini, ou de totale privation de Feu libre & en action, dans la Nature.* Les Corps les plus froids retiennent toujours une certaine quantité de ce Feu élémentaire, logé & interposé dans leurs pores, sans être combiné avec eux. A mesure que ce Feu libre & en action, s'échappe du sein de ces corps : le Froid y augmente.

Une Eau qui vient de se glacer, exposée à un air beaucoup plus froid qu'elle, acquiert un nouveau degré de Froidure : parce que le reste de feu élémentaire qu'elle contient encore dans ses pores, continue à s'échapper en partie de son sein, pour se mettre en équilibre avec le feu élémentaire qui se trouve plus affoibli & plus raréfié dans la masse de l'Air environnant : selon la Loi commune à tous les Fluides qui ont une vertu expansive.

II°. *Les Corps placés dans une même Température, prennent peu à peu le même degré de chaleur ou de froidure.* Par exemple, une Pinte d'huile bouillante & une Pinte d'eau glacée, placées dans une Cave ou le Thermometre se soutient à dix degrés au-dessus de la congélation, après un certain tems, auront chacune une température égale à celle qu'a l'Air de cette cave.

La raison en est, que le *Feu excédant de l'Huille bouillante*, s'échappe dans l'Air, pour se mettre en équi-

libre avec le Feu moins denſe & plus raréfié qui ſe trouve dans cet élément; & que l'*excès de Chaleur de l'Air*, paſſe dans l'Eau glacée, pour ſe mettre en équilibre avec le feu moins denſe & plus affoibli qui ſe trouve dans cette eau, laquelle reprend peu à peu ſa fluidité naturelle.

III°. Quand dans une même Température, certains Corps ont un *plus grand degré de chaleur que l'Air environnant :* cette différence eſt toujours occaſionnée par des *Cauſes accidentelles* qu'il n'eſt pas bien difficile de découvrir.

Par exemple, un *tas de Fumier*, eſt fumant & brûlant, au milieu d'un air glaçant qui l'environne: parce que cette ſubſtance éprouve actuellement des *Fermentations intrinſeques*, qui décompoſent, qui mettent en liberté & en action, le Feu combiné avec les matieres animales & végétales. Le Feu combiné, le Phlogiſtique, fait dans un tas de fumier, ce qu'il fait dans une Bûche placée ſur des charbons ardens. Dégagé & mis en action par une cauſe quelconque, il contribue à dégager & à mettre en action, celui contre lequel il concentre ſa force expanſive.

C'eſt à de ſemblables Fermentations, & non à un chimérique Feu central, que doivent être attribués les *Feux ſouterreins*, les feux des Volcans & de certaines Mines.

IV°. Quand dans une même Température, certains Corps ont un *moindre degré de chaleur que l'Air environnant :* cette différence eſt encore occaſionnée par des *Cauſes accidentelles*, qui ont priſe ſur une eſpece de corps, ſans avoir priſe ſur une autre.

Par exemple, l'Eau ſe glace quelquefois dans une Température où le Thermometre ſe ſoutient au-deſſus du degré de la Congélation : parce que cette eau ſe trouve accidentellement impregnée de certains ſels, de certaines ſubſtances, propres à attirer & à

abſorber le Feu élémentaire qui ſe trouve répandu dans ſes pores. (614).

V°. *Les Liquides ne ſe gelent pas tous au même degré de Froid :* parce que les uns ont beſoin d'une plus grande condenſation que les autres, pour que leurs parties intégrantes acquierent ou la Contiguité ou le degré de Proximité, qui doit produire leur adhérence réciproque. (221).

L'Eau ſe congele ſous un degré de froidure incomparablement plus foible que celui qui produit la congélation du Mercure : parce que la quantité de feu élémentaire, qui ſuffit pour déſunir les molécules du mercure, ne ſuffit pas pour déſunir les molécules de l'eau : celles-ci ayant plus de tendance à s'unir & à adhérer enſemble, que celles-là.

Dans une Planete ſemblable à la Terre, ou regneroit une immenſe quantité de Feu élémentaire, tout ſeroit liquide ou fluide ; l'eau, le cuivre, le fer, les cailloux : parce que dans tous ces Corps, l'action du Feu libre & en mouvement, détruiroit la tendance à s'unir qu'ont les parties intégrantes de ces corps.

1064. OBSERVATION II. Tout le monde ſait que les entrailles de la Terre, quand elles ne ſont pas actuellement ſoumiſes à des Fermentations inteſtines, & qu'elles n'ont pas une libre communication avec l'Air extérieur, conſervent toujours ſenſiblement, à une plus ou moins grande profondeur, en été comme en hiver, *une même Température* : qui ſoutient le Thermometre de Réaumur, à environ dix degrés au-deſſus du Point de la congelation. (211).

Il n'en eſt pas de même de la ſurface de la Terre, où la Température varie & doit varier immenſément. Car, indépendamment des *Cauſes locales*, qui font varier accidentellement le degré de chaleur &

de froidure dans une même Contrée & dans une même Saison; telles qu'une exposition plus ou moins favorable à l'égard du Soleil; telles qu'un Sol plus ou moins humide, plus ou moins propre à enfanter des brouillards & des nuages; telles qu'une plus ou moins grande quantité de Forêts, qui empêchent le feu solaire d'atteindre, de pénétrer, d'échauffer la surface terrestre : il est certain qu'il y a des *Causes générales & communes*, qui doivent produire de très-grandes différences de Température, dans les diverses Contrées & dans les divers Climats; & que sur la Surface terrestre, la *Température* doit varier avec les différentes Saisons, avec les différentes Latitudes, avec les différentes hauteurs au-dessus du niveau de la Mer.

I°. *La Température varie & doit varier avec les différentes Saisons*. Par exemple, à Paris, nous avons plus de chaleur en été, qu'en hiver : en premier lieu, parce qu'en été, le Soleil darde chaque jour ses rayons pendant quinze ou seize heures sur notre horison; tandis qu'en hiver, il ne darde chaque jour ses rayons sur notre horison, que pendant huit ou neuf heures : en second lieu, parce qu'en été les rayons solaires tombent beaucoup moins obliquement sur nos Contrées qu'en hiver; & que moins une Pyramide lumineuse est oblique à une surface, plus elle darde de rayons sur chaque portion déterminée de cette surface. Par exemple, (*Fig.* 24) :

En supposant que le point N soit le Soleil; que HNK soit une Pyramide de lumiere; & que HK & VK soient deux Surfaces planes, chacune d'une toise quarrée; présentez perpendiculairement aux Rayons solaires, la surface plane HK : elle recevra une Pyramide lumineuse, dont la base sera égale à une toise quarrée.

A ces mêmes Rayons solaires, présentez ensuite la

ſurface VK, égale à la précédente, mais inclinée aux rayons ſolaires ſous un angle d'environ quarante-cinq degrés : cette ſurface inclinée VK, ne recevra que la moitié des rayons ſolaires qui tombent ſur la Surface perpendiculaire HK.

La Surface perpendiculaire à la Pyramide lumineuſe, recevra donc ſur chaque point ſenſible de ſa ſubſtance, environ deux fois plus de rayons ſolaires, que la Surface inclinée d'environ quarante-cinq degrés à la même pyramide lumineuſe ; & chaque point ſenſible de la Surface perpendiculaire, ſera au moins quatre fois plus échauffé, que chaque point correſpondant de la ſurface inclinée : parce que la Lumiere ſolaire, compoſée de rayons dont chacun eſt armé d'un feu qui lui eſt propre, échauffe les Corps & en raiſon de la denſité & en raiſon de la proximité de ſes rayons : comme le démontre l'Expérience. (976).

II°. *La Température varie & doit varier avec les différentes Latitudes.* Au commencement du printems, par exemple, les Contrées terreſtres ſituées à peu près au niveau de la Mer ou peu au-deſſus de ce niveau de la Mer, ont plus de chaleur en Afrique ſous l'Equateur, qu'en France à quarante-cinq ou cinquante degrés de Latitude boréale. La raiſon en eſt :

En premier lieu, qu'en ſuppoſant également des Plaines de part & d'autre, les Contrées de l'Equateur ſont comme tout autant de Plans perpendiculaires aux Pyramides lumineuſes ; qui les échauffent & en raiſon de la denſité & en raiſon de la proximité de leurs rayons : tandis que les Contrées de la France, au commencement du printems, quand le Soleil fait ſes révolutions diurnes dans le Plan ou fort près du Plan de l'Equateur, ſont comme des Plans inclinés de quarante-cinq à cinquante degrés à ces mêmes Pyramides lumineuſes ; qui arrivant plus diviſées & plus raréfiées ſur chaque point ſenſible de

ces Contrées, doivent y produire une chaleur moindre en raiſon de la diminution de denſité & de proximité dans leurs rayons.

En ſecond lieu, que les Pyramides lumineuſes qui tombent ſur les Contrées de l'Equateur, ſouffrent moins d'affoibliſſement en traverſant perpendiculairement & par le plus court chemin l'Atmoſphere terreſtre, que les Pyramides lumineuſes qui tombent ſur les Contrées de la France, en paſſant obliquement & en faiſant un plus long trajet dans la même Atmoſphere terreſtre.

En troiſieme lieu, qu'au commencement du printems, les Contrées de l'Equateur ont déjà une notable quantité de chaleur, que les rayons ſolaires n'ont qu'à augmenter de plus en plus chaque jour : tandis qu'en France, la Terre oppoſe à la chaleur actuelle des rayons ſolaires, la ſomme de froid qui pendant tout l'hiver a été accumulée plus ou moins avant dans ſa ſurface, & qui n'eſt pas encore diſſipée.

On peut dire la même choſe, des Régions ſituées dans l'Hémiſphere méridional; où, tout étant égal d'ailleurs, la Température devroit être préciſément la même que dans les Régions correſpondantes de l'Hémiſphere ſeptentrional, à la même latitude : avec cette ſeule différence, que leur été répond à notre hiver, & notre hiver à leur été; & ainſi des autres ſaiſons (*).

Au commencement de l'été, la chaleur eſt encore moindre au niveau de la Mer en France, qu'au niveau

(*) NOTE. En général, l'Hémiſphere méridional eſt moins chaud que l'Hémiſphere ſeptentrional : quelle que puiſſe être la Cauſe encore peu connue de cette ſinguliere différence. (1737).

Mais, dans cet Hémiſphere moins chaud, la Chaleur eſt auſſi proportionnellement plus ou moins grande, ſelon la différence des Latitudes.

de la Mer sous l'Equateur en Afrique, en Asie, en Amérique : quoique le Soleil n'éclaire & n'échauffe que pendant douze heures chaque jour, les Contrées placées sous l'Equateur ; tandis qu'il échauffe pendant près de seize heures chaque jour, les Contrées de la France.

La raison en est, que ce que la lumiere du Soleil, nous donne de plus en chaleur à raison de sa plus longue durée, n'équivaut pas à ce qu'elle nous donne de moins à raison de sa trop grande obliquité.

On peut dire la même chose des Contrées situées au-delà du Cercle polaire, ou la chaleur est moindre qu'en France, en été : quoique le Soleil soit constamment & persévéramment sur l'horison de ces Contrées, pendant un certain nombre de jours ou de mois.

III°. *La Température varie & doit varier avec les différentes élévations au-dessus du niveau de la Mer.* Dans une même Contrée & dans une même Saison, tout étant égal d'ailleurs, la Chaleur est la plus grande au niveau de la Mer ; & elle va en décroissant de plus en plus, à mesure qu'on s'éleve de plus en plus au-dessus du niveau de la Mer. Ainsi, dans tous les Pays du monde, les *sommets des Montagnes*, sont les lieux les plus froids : soit dans la zone torride, soit dans les zones tempérées, soit dans les zones glaciales.

Dans la Zone torride, & immédiatement sous l'Equateur, regnent à la fois pendant toute l'année, & *les plus grandes Chaleurs* & *les plus grands Froids* : les plus grandes chaleurs, dans les Contrées qui sont peu élevées au-dessus du niveau de la Mer ; les plus grands froids, vers le sommet de certaines Montagnes qui ont plus de 2500 ou de 3000 ou de 3300 toises de hauteur perpendiculaire au-dessus du niveau de la Mer ; & qui sont toujours couvertes de neige & de glace, pendant toute l'année, dans la

partie de leur hauteur qui excede 2434 toises au-dessus de ce niveau de la Mer.

Deux célebres Académiciens, Messieurs Bouguer & de la Condamine, dans leur fameux Voyage au Pérou, ont observé & nous ont appris que sous l'Equateur, *les plus grandes Chaleurs* se font sentir au niveau ou peu au-dessus du niveau de la Mer : que dans la vaste Vallée de Quito, située sous l'Equateur, mais élevée de quinze ou seize cens toises au-dessus du niveau de la Mer, on jouit d'un *Printems perpétuel*; le Thermometre de Réaumur, s'y soutenant pendant toute l'anuée, à environ quatorze ou quinze degrés au-dessus du Point de la Congelation : que vers le sommet des deux chaînes de Montagnes qui bordent cette Vallée du côté du levant & du côté du couchant, assez parallélement à la direction des Méridiens, on voit, pendant toute l'année, une plus ou moins large *Zone de neige & de glace*, parallele à la surface terrestre, dont le terme inférieur, dans les plus grandes chaleurs de l'été, est à environ 2434 toises au-dessus du niveau de la Mer ; & dont le terme supérieur s'éleve indéfiniment aussi haut que le sommet des différentes Montagnes, dont la hauteur excede plus ou moins le terme inférieur de la neige & de la glace. (498).

Le sommet pierreux du *Mont Pichincha* & celui du *Mont Choussalong*, où Messieurs Bouguer & de la Condamine ont fait différentes observations sur le Pendule à secondes, sur le Barometre, sur la densité & l'élasticité de l'Air, paroissent être les deux plus hautes Stations où la Physique puisse aller chercher des lumieres : puisque ces deux Montagnes sont situées au voisinage de Quito, à peu près sous l'Equateur, dans la partie la plus renflée de la Terre ; & que parmi ces deux Stations, la premiere atteint le *terme inférieur de la Glace* ; & la seconde, rarement

accessible, l'excede d'environ quarante-deux toises.

Les Montagnes plus élevées, telles que le *Mont Chimboraco*, qui a environ 3217 toises de hauteur perpendiculaire au-dessus du niveau de la Mer, telles que le *Mont Cotopaxi*, fameux Volcan actuellement embrasé, & dont les bouches s'élevent au-dessus du terme inférieur de la Glace, sont perpétuellement couvertes de neige; & par-là même inaccessibles dans leurs sommets.

1064. II°. REMARQUE. Parmi les Substances animales, végétales, minérales; il y en a qui échauffent, il y en a qui rafraîchissent: quoiqu'on les prenne dans le même degré de Température. D'où peut venir cette différence? En voici l'explication.

I°. *Certains Alimens échauffent*: parce qu'ils contiennent beaucoup de sels ou d'autres substances, propres à fermenter avec nos différentes humeurs; propres par-là même, à développer, à mettre en liberté & en action, le Phlogistique, ou le Feu combiné avec nos humeurs.

Ce Phlogistique, devenu feu libre & dégagé, augmente la masse & l'action du feu élémentaire qui se trouve logé & répandu dans les pores de notre Corps: comme le Phlogistique contenu dans une Bûche qui s'embrase, va augmenter la masse & l'action du feu libre contenu dans les substances voisines, par exemple, dans les chenets, dans la platine, dans les personnes assises auprès du feu.

II°. *Certains Alimens rafraîchissent*: parce qu'ils renferment, ou des *Substances propres à se combiner avec le Feu libre* qui existeroit en trop grande abondance dans nos visceres, dans notre sang, dans nos humeurs, dans nos esprits vitaux; ou des *Substances propres à neutraliser certains Acides ou certains Alkalis*, qui tendroient à y opérer des fermentations intesti-

nes, d'où résulte presque toujours un vice de chaleur ou d'échauffement.

Delà, dans ces sortes d'Alimens, une *Propriété rafraîchissante*, qui n'est point incompatible avec un degré de chaleur, supérieur à celui de l'Air environnant ; supérieur même à celui du sang, des humeurs, des visceres, où doit être produit l'effet de rafraîchissement que l'on a en vue.

A la théorie du Feu, qui se prête si difficilement & si imparfaitement aux *Lumieres de la Physique*, va succeder ici une autre théorie qui s'y prête encore infiniment moins, celle de l'Electricité.



QUATRIEME SECTION.

THÉORIE EXPÉRIMENTALE DE L'ÉLECTRICITÉ :

OU RAPPORTS DE LA LUMIERE ET DE LA MATIERE ÉLECTRIQUE.

1065. OBSERVATION. NOUS allons examiner dans le *Fluide électrique*, quelle idée générale on peut s'en former ; par quel artifice on peut le mettre en jeu ; quels phénomenes il étale ; quelle peut être la cause de son action ; quelle en est la nature intrinseque ; quelles en sont les dépendances.

I°. Depuis cinquante ou soixante ans, l'Electricité nous met sous les yeux, des *Phénomenes extrêmement singuliers*, dont la Cause paroît évidemment tenir au Systême général de toute la Nature.

La *Physique* en espéroit de grandes lumieres ; la *Médecine*, de grands secours : l'une & l'autre est encore bornée à l'attente, à cet égard ; & le Public instruit & éclairé n'est plus la dupe des grandes promesses qu'on lui a faites successivement, en lui annon-

çant & les grandes Sources de connoiſſances que devoit produire, & les merveilleuſes Guériſons que devoit opérer l'Electricité. C'eſt donc plutôt en faveur de la Curioſité, qu'en faveur de l'Utilité, que nous allons donner quelque idée de ce nouveau Principe, en expoſant ſes principaux effets.

Mais, en portant ici notre attention ſur le *Fluide électrique*, nous devons prévenir nos Lecteurs, qu'ils ne doivent point s'attendre à des Théories démontrées, à des Lumieres pleinement ſatisfaiſantes, dans une Matiere qui vraiſemblablement n'en ſera jamais ſuſceptible; & qui ſemble de jour en jour, ſe cacher & ſe voiler d'autant mieux aux regards des Naturaliſtes & des Phyſiciens, qu'elle s'annonce par plus d'effets, qu'elle ſe prête à plus de Découvertes.

Les effets & les phénomenes du Fluide électrique, ſont certains, ſont inconteſtables: puiſqu'ils ſont démontrés & conſtatés par des Expériences bien ſenſibles. Mais le Principe qui produit ces effets & ces phénomenes, nous permet à peine de le deviner: parce qu'il ne nous manifeſte d'une maniere bien décidée & bien certaine, ni ſa nature, ni ſon action.

II°. Un grand nombre de *Phénomenes très-brillans & très-étonnans*, & un certain nombre d'Hypotheſes plus ou moins inſuffiſantes, plus ou moins ruineuſes, ſucceſſivement imaginées pour rendre raiſon de ces Phénomenes: tel eſt l'état actuel des Lumieres philoſophiques, relativement à cette petite branche de la Phyſique, ou relativement à l'Electricité.

Dans les branches de la Phyſique, *où la Science eſt fixée & établie*; par exemple, dans la théorie du Mouvement, dans la Baliſtique, dans la Mécanique, dans l'Hydroſtatique, dans l'Optique, la Catoptrique, la Dioptrique, dans l'Aſtronomie géométrique & dans l'Aſtronomie phyſique; les *nouvelles Découvertes* rentrent purement & ſimplement dans les Théories

préexistantes : sans se montrer en rien incompatibles & incohérentes avec les théories établies & démontrées. Elles en étendent l'objet : mais elles n'en changent en rien la nature. Par exemple, on ne connoissoit encore, il y a cinq ou six ans, que six Planetes : on en connoît une de plus aujourd'hui ; & la théorie des Planetes reste en plein la même. On ne connoissoit encore, il y a environ un siecle, que vingt-quatre Cometes : on en connoît aujourd'hui soixante-douze ; & la théorie des Cometes, en s'étendant à plus d'objets, n'a point cessé d'être ce qu'elle étoit. On a inventé bien des Instrumens mécaniques, depuis Archimede jusqu'à nos jours ; & la théorie ou la Science des Forces mouvantes, est aujourdhui purement & simplement ce qu'elle étoit au siecle d'Archimede.

Il n'en est pas de même, dans cette petite partie de la Physique, qui a pour objet le Fluide électrique. Chaque nouvelle Découverte semble y exiger & y entraîner une nouvelle théorie : ce qui démontre qu'il n'y en a point encore de connue & d'établie ; & que tout s'y réduit encore à des conjectures ou à des probabilités.

La sotte Ignorance & l'imbécille Frivolité concluront delà peut-être, que la même incertitude & la même instabilité de Principes, regnent de même dans toutes les parties & dans toutes les branches de la Physique : ce qui sera conclure que les Ténebres éxistent & doivent exister là où brille la Lumiere, de ce qu'elles existent là où la Lumiere ne brille pas.

IDÉE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ.

1066. DÉFINITIONS. I°. On nomme *Electricité*, l'action d'un Corps que l'on a mis en état d'attirer ou de repousser de petites pailles, de petites plumes, des brins de fil, ou d'autres Corps légers, qu'on lui

présente à une certaine distance : comme on le voit faire à l'Ambre, en latin *Electrum*, d'où a été tiré le nom d'Electricité ; lequel signifie une *Vertu attractive & repulsive*, assez semblable à celle que l'on observe dans l'Ambre.

II°. On nomme *Matiere électrique*, le Fluide qui, par son mouvement, produit ces attractions & ces répulsions dans les Corps légers dont nous venons de parler : quelle que soit la nature de ce Fluide.

Nous tâcherons de faire voir que cette Matiere ou ce Fluide électrique, n'est vraisemblablement autre chose, qu'*une Modification particuliere du Fluide igné & lumineux ;* & par conséquent, que ce n'est point une substance absolument différente de la Lumiere.

III°. On nomme *Corps électrisé*, celui dans lequel le Fluide électrique a été mis en jeu & en action, soit par le secours de la Nature, soit par le secours de l'Art ; celui qui se trouve actuellement & complettement en état d'exercer des *Attractions* & des *Répulsions* sur les Corps environnans.

Quoique le Fluide électrique soit peut-être toujours & par-tout répandu autour des Corps & dans les Corps ; il n'y est pas toujours & par-tout en action : il n'y exerce pas toujours & par-tout, les *Attractions* & les *Répulsions* qui caractérisent son action. Un Corps n'est point électrisé, pour contenir simplement le Fluide électrique. Pour qu'il devienne électrisé, il faut que le Fluide électrique qui l'entoure, ou qu'il contient, y soit mis en action d'une maniere marquée ; & par l'une des deux voies dont nous parlerons dans l'observation suivante.

IV°. Les Corps peuvent être électrisés ou positivement ou négativement. On les électrise *positivement, ou en plus :* quand on leur fait prendre plus de Fluide électrique, qu'ils n'en ont naturellement. On

les électrise *négativement, ou en moins :* quand on les dépouille d'une partie du Fluide électrique, qu'ils ont dans leur état naturel. (*Fig.* 100).

Si le Globe DV est un globe de verre : en roulant sur son axe, & en essuyant un frottement convenable, il s'électrisera *en plus ;* & il électrisera de même en plus, la Chaîne métallique DC, la Tringle de fer isolée A B, & l'Homme isolé IK.

Si le Globe DV est un globe de soufre : en roulant sur son axe, & en essuiant un frottement convenable, il s'électrisera *en moins ;* & il électrisera de même en moins, la Chaîne DC, la Tringle AB, & l'Homme isolé IK.

DEUX MANIERES D'ÉLECTRISER.

1067. OBSERVATION. Tous les Corps sont électrisables : mais tous les Corps ne s'électrisent pas de la même maniere & par le même artifice. Envisagés relativement à l'Electricité, les Corps peuvent absolument se diviser en deux Classes générales ; savoir, en *Corps électrisables par frottement*, & en *Corps électrisables par communication*.

Les Corps électrisables par frottement, n'ayant besoin en quelque sorte que deux mêmes, pour recevoir la Vertu électrique : nous les nommerons *Corpora per se electrica*, ou *Corps perséléctriques*.

Les Corps électrisables par communication, ne recevant point d'eux mêmes, la Vertu électrique ; & ne la recevant que par la médiation & par l'influence de ceux dont nous venons de parler : nous les nommerons *Corpora ab alio electrica*, ou *Corps abélectriques*.

Cette double dénomination nous paroît renfermer & présenter une idée plus nette, plus caractérisée, plus aisée à saisir & à retenir, que la double dénomination de Corps idio-électriques & de Corps anélectriques, qui est employée dans la plupart des Ouvrages modernes sur l'Electricité.

I°. Certains Corps s'électrisent ou acquierent la Vertu électrique, *par voie de Frottement.* Tels sont, par exemple, le Verre, la Cire d'Espagne, le Soufre, les Gommes, la Résine, le Fil de soie, le Poil de la plupart des animaux, le Bois imbibé d'huile & séché au four : ce sont des *Corps perséléctriques.*

Tout le monde sait qu'un long Tube de verre, d'un pouce ou d'un demi-pouce de diametre, acquiert la Vertu électrique, ou le Pouvoir d'attirer & de repousser des Corps légers : quand on le frotte fortement selon sa longueur, avec la main, avec une étoffe, avec du papier gris, & ainsi du reste : que la même chose arrive à un bâton de Cire d'Espagne, que l'on frotte de la même maniere.

II°. Certains autres Corps, tels que les Métaux, les Chairs animales, les Pierres communes, la Terre, l'Eau, le Bois dans son état simple & naturel, ne s'électrisent pas, ou ne s'électrisent qu'infiniment peu, par voie de Frottement. Mais ils s'électrisent très-bien *par voie de Communication :* c'est-à-dire, en approchant très-près d'eux ou en leur faisant toucher légérement un Corps fortement électrisé par voie de Frottement, lequel leur communique & leur transmet la Vertu électrique : ce sont des *Corps abélectriques.*

III°. Les Corps perséléctriques, ou les Corps qui acquierent leur plus grand degré d'électricité *par voie de Frottement*, n'acquierent communément que très-peu d'électricité par voie de Communication. Par exemple, le *Verre*, qui s'électrise très-bien par voie de frottement, ne reçoit point ou presque point d'électricité, quand on l'approche ou d'un Globe de verre électrisé par frottement, ou d'un Corps animal ou minéral électrisé par communication.

Et réciproquement, les Corps abélectriques, ou les Corps qui s'électrisent très-bien *par voie de Communication*, ne prennent que très-peu d'électricité par

voie de Frottement. Par exemple, les *Corps métalliques*, qui acquierent une immense Vertu électrique par voie de communication, ne s'électrisent point ou presque point, quand on se borne à les frotter d'une maniere quelconque.

ISOLEMENT ET CONDUCTEURS, DANS L'ÉLECTRICITÉ.

1068. OBSERVATION. Pour électriser un Corps abélectrique, ou un Corps qui ne s'électrise que par voie de communication, *il faut que ce Corps soit isolé*; & qu'il reçoive le Torrent électrique, par le moyen d'un Conducteur convenable. (1067).

I°. Isoler un *Corps abélectrique*, c'est le séparer de tout Corps abélectrique ; ou lui ôter toute communication avec tout corps capable de recevoir l'électricité par voie de communication. (*Fig.* 100).

Un Corps abélectrique, tel qu'un animal, le métal, l'eau, est isolé : quand il repose sur des supports perséléctriques, sur des supports de verre ou de Soie ou de gomme ou de soufre ou de bois frit dans l'huile & séché au four.

Par exemple, l'*Homme IK*, qui repose sur un gâteau de résine ou de soufre, ou sur un petit marche-pied formé de cordons de soie, ou sur un support à pieds de crystal, est isolé : parce qu'il ne communique avec aucun corps électrisable par communication : l'Air qui l'environne, & les Supports qui le soutiennent, n'étant électrisables que par frottement.

De même, la *Tringle de fer AB*, suspendue dans l'air par des cordons de soie, est isolée : parce qu'elle ne communique qu'avec l'air, avec le globe de verre VD, & avec des cordons de soie : corps qui ne reçoivent point le Fluide électrique, par voie de communication.

II°. On nomme *Conducteur*, le corps qui conduit le Torrent électrique, du corps électrisé par frottement, au corps qui s'électrise par communication.

Par exemple, la *Chaîne métallique D C*, qui touche le Globe de verre par le moyen d'une frange d'or ou d'argent ou de clinquant D, est un Conducteur, par rapport à la tringle de fer ou au canon de fusil ou au tube de fer-blanc A B.

Cette Tringle ou ce Tube métallique A B, sera un Conducteur par rapport à la chaîne de fer ou au fil d'archal MN.

Cette Chaîne ou ce Fil d'archal MN, sera un Conducteur par rapport à l'homme IK, qui repose isolé sur son support perséléctrique. Tous les Conducteurs doivent être isolés, pour transmettre l'électricité.

III°. Les Corps perséléctriques ont aussi besoin d'être isolés : pour prendre plus aisément & conserver plus long-tems l'électricité.

Isoler un *Corps perséléctrique* : c'est le séparer de tout Corps abéléctrique, ou lui ôter toute communication avec tout corps capable de recevoir l'électricité par voie de communication.

Par exemple, un Tube ou un Globe de verre, que l'on aura électrisé, sera isolé : si on le pose sur un Support de verre ou de résine ou de soie.

De même, le Globe de verre V D, est isolé sur ses deux Supports : parce que ce Globe est séparé de ses supports par une forte couche d'un Mastic perséléctrique ; ou d'un Mastic qui ne peut point prendre par communication, l'électricité du Globe de verre.

IV°. L'Electricité se déploie & se met en jeu dans les Corps, ou par le secours de l'Art, ou par la simple action de la Nature.

Nous avons donc ici à observer & les *petits phé-*

nomenes de l'Electricité artificielle, & les *grands phénomenes de l'Electricité naturelle.*

Nous commencerons par les premiers, dont la connoissance doit nous préparer & nous conduire à celle des derniers.

ARTICLE PREMIER.

PHÉNOMENES DE L'ÉLECTRICITÉ ARTIFICIELLE.

1068. II°. OBSERVATION. L'INVENTION de la *Machine électrique*, est due à Otto de Guerike ; aussi bien que l'invention de la *Machine pneumatique* : l'une & l'autre ont été successivement perfectionnées par différens Physiciens.

I°. Les Machines électriques consistent aujourdhui, ou en des *Globes creux de crystal*, qu'une assez grande Roue fait tourner rapidement sur leur axe ; ou plus communément, du moins en France, en des *Plans circulaires de crystal*, qu'une Manivelle fait tourner sur leurs centres entre quatre Frottoirs convenables.

Les Machines à Plans circulaires sont plus commodes & moins dangéreuses que les Machines à Globes ; & elles méritent la préférence dans les Cabinets de Physique : les effets électriques en sont d'ailleurs parfaitement les mêmes.

II°. On pourra prendre une idée plus étendue & plus développée de ces deux sortes de Machines & de *leurs Frottoirs*, dans le cinquieme Volume de cet Ouvrage, sous les Numéros 1872 & 1873, où on les trouvera décrites & gravées conformément à leur moderne construction.

III°. Dans les expériences & dans les Observations suivantes, nous rapporterons les Phénomenes électriques à la *Machine à Globe*, qui est la plus sim-

ple, la moins dispendieuse, & la plus anciennement connue. (*Fig.* 100).

Dans cette Machine à Globe, on pourra, si l'on veut, substituer par-tout ou supposer par-tout substitué, à la Tringle de fer AB, un *Tube de bois*, recouvert de feuilles de métal, assez semblable au Tube AB, que représente la cent neuvieme Figure. Ces sortes de Tubes ont l'avantage de retenir mieux que les Tringles, le Fluide électrique qui s'y accumule: quoiqu'ils n'aient peut-être pas d'ailleurs tous les avantages des Tringles.

1069. EXPÉRIENCE I. *Électriser un Globe creux de verre VD* (Fig. 100).

EXPLICATION. Tandis que l'on fait tourner rapidement la roue de la Machine électrique: le Globe creux de verre VD tourne avec une beaucoup plus grande rapidité sur son axe; essuyant continuellement ou le frottement des mains qui s'appliquent légérement contre sa surface, ou celui d'un *Frottoir convenable* qui lui est adapté à demeure.

I°. Comme le Verre est un corps électrisable par frottement: ce Globe s'électrise & acquiert son plus grand degré d'électricité en cette maniere. Il devient donc propre à exercer ses attractions & ses répulsions contre les différens Corps électrisables par communication, qui l'approcheront.

Si ce Globe, au lieu d'être de verre, étoit de métal; il n'acquerroit point ou presque point de vertu électrique: parce que le Métal, qui s'électrise très-bien par voie de communication, ne s'électrise pas de même par voie de frottement.

II°. En supposant que le Globe creux de verre VD, est pleinement isolé; & qu'il ne communique encore ni avec la chaîne DC, ni avec aucun autre corps électrisable par frottement; à mesure que ce

Globe roule rapidement sur son axe, le frottement qu'il essuie persévéramment, dégage, développe, met en mouvement & en action, & le Fluide électrique dont il est lui-même saturé, & le Fluide électrique du Corps dont il essuie le frottement.

Ce Fluide électrique, dégagé & mis en jeu, s'accumule donc avec surabondance dans ce globe & autour de ce globe, sans trouver à s'échapper au dehors & au loin : parce que ce Globe est isolé ; & qu'il ne peut transmettre son excès de Fluide électrique, à aucun corps environnant : les Mains ou le Frottoir qui lui donnent l'électricité, n'étant pas propres à la lui ravir. (1068).

III°. Quand ce Globe est fortement électrisé, ou qu'il est environné & empli avec surabondance de Fluide électrique en action : une main E, ou une clef F, viennent-elles à s'approcher de lui, sans le toucher entiérement ? La main essuie une vive *Commotion*, accompagnée d'un petit *Pétillement*, & d'une petite *Inflammation lumineuse* entre la main & le globe.

Le même choc, le même bruit, la même lumiere ont lieu, quand la clef s'approche du globe.

Cette Main & cette Clef participent à l'électricité du Globe ; & le Torrent de Fluide électrique, qui jaillit du globe dans la main ou dans la clef, y produit par son mélange & par son affinité avec le Fluide électrique qu'il y rencontre & qu'il y choque impétueusement, les phénomenes de commotion, de pétillement, & d'inflammation, dont nous venons de parler.

IV°. Si au lieu de la main E, ou de la clef F, on présentoit au Globe électrisé un morceau de verre ou un bâton de cire d'Espagne ; les mêmes phénomenes n'auroient point lieu, du moins d'une maniere sensible & brillante : parce que ces derniers Corps, qui s'électrisent très-bien par frottement, ne

s'électrisent pas de même par communication. Il n'y aura donc pas un même choc de matiere électrique, entre le Globe électrisé & les Corps à électriser.

1070. EXPÉRIENCE II. *Faire & examiner la célebre Expérience d'Hauxbée* (Fig. 102).

EXPLICATION. Soit un *Globe de verre creux GG*, & un grand *Cercle de fer ou de bois AB*. Au centre du Globe, vous soutiendrez avec un fil de fer, une petite Rondelle R de liege, parallele à l'équateur du globe, & garnie en sa circonférence de plusieurs petits *Fils de soie plate*. Vous attacherez de semblables fils à la circonférence du Cercle AB, destiné à être placé autour du globe, à six ou sept pouces de sa surface, quand ce globe aura été électrisé. Après ces préparatifs, électrisez le Globe GG, comme dans l'expérience précédente; & vous aurez la célebre expérience, qui a retenu le nom d'Hauxbée, son auteur.

I°. Quand le Globe sera suffisamment frotté & électrisé: suspendez l'électrisation, & arrêtez ce globe. Vous observerez que toutes les soies, dont la Rondelle est garnie, tendent de toutes parts, du centre à l'équateur du globe, comme autant de rayons divergens R*r*.

Il est très-vraisemblable que le Fil RC, par exemple, ne tend de bas en haut contre sa pesanteur propre; que parce qu'il est porté dans cette direction par un Torrent électrique, qui s'élance de la Rondelle R vers l'équateur du globe: à peu près comme une ficelle qui est livrée à un courant d'eau, prend & suit la direction de ce courant.

II°. Tandis que l'électricité du globe GG subsiste encore à peu près dans toute sa force: présentez le doigt à quelques pouces de distance de ce globe. Vous observerez que le Fil de soie qui se trouve vis-

à-vis de votre doigt, par exemple le fil R C, se courbera en s'écartant, comme s'il étoit repoussé vers le centre du globe ; & quand vous retirerez votre doigt, ce fil reprendra sa précédente direction R C vers l'équateur du globe.

Il seroit assez naturel de penser que ce Fil est repoussé vers le centre du globe, par un Torrent électrique qui s'élance du doigt dans le globe à travers les pores du verre ; & que ce fil, livré à *deux Courans opposés* de matiere électrique, dont l'un tend de C vers R, & l'autre de R vers C, s'infléchit & s'écarte : pour obéir à l'action simultanée des deux courans, dont l'un est effluant & l'autre affluant.

III°. Pendant que l'électricité du globe subsiste encore dans sa grande force, prenez en main le *Cercle A B* ; & placez-le autour du globe G G, parallélement à son équateur. Vous verrez toutes les Soies attachées à ce cercle, se diriger vers le centre du globe, comme autant de rayons convergens : tandis que les soies attachées à la Rondelle R, se dirigent vers l'équateur du globe, en rayons divergens.

Il paroîtroit encore fort naturel de penser que les soies inférieures du Cercle A B se dirigent toutes contre leur gravité vers le centre du globe ; parce qu'elles sont emportées dans cette direction par le *Torrent de matiere affluente*, qui s'élance du sein du cercle & du sein de l'air, dans le globe électrisé ; & que les soies supérieures de la Rondelle R se dirigent vers l'équatenr du globe ; parce qu'elles sont emportées dans cette direction par le *Torrent de matiere effluente*, qui s'élance du centre du globe vers la surface & hors de la surface de ce globe.

1070. II°. REMARQUE. De cette expérience d'Hauxbée, & d'un grand nombre d'autres expériences non moins décisives, il seroit fort naturel de

conclure, avec Messieurs Nollet, Muschembroëk, Watson, & un grand nombre d'autres Physiciens célebres, que dans les Phénomenes électriques existe réellement un *double Courant simultané de matiere affluente & effluente*; ou que pendant son électrisation, un Corps reçoit dans son sein un Fluide qui y arrive en rayons convergens, tandis qu'en même tems il perd un Fluide qui s'élance hors de son sein en rayons divergens. (1878 & 1880).

I°. S'il existe quelque hypothese plus ou moins accréditée, avec laquelle les Affluences & les Effluences simultanées ne puissent pas cadrer: qu'en conclure, sinon que cette hypothese n'est point celle de la Nature?

Et si les Affluences & les Effluences simultanées paroissent incompatibles avec *certains Phénomenes électriques*: qu'en conclure encore, sinon que la Physique n'a encore aucune lumiere fixe & décidée sur la vraie Cause qui produit les divers Phénomenes d'électricité?

1071. EXPÉRIENCE III. *Electriser une grande Tringle de fer, ou un long Tube de fer blanc, ou un très-gros Tube de bois revêtu de feuilles d'étain.* (Fig. 100).

EXPLICATION. Suspendez cette Tringle ou ce Tube AB, sur deux ou trois Cordons de soie attachés au plafond d'une chambre: en telle sorte que cette Tringle ou ce Tube soient isolés au milieu de l'Air, sans communiquer avec aucun Corps électrisable par communication. (1068).

Au point C, placez une petite chaîne de fer CD, terminée en D par une frange à feuilles d'or ou d'argent ou de cuivre; laquelle sera appuyée par sa simple gravitation sur l'équateur du *Globe de verre VD*. Ce Globe, électrisé par frottement, électrisera par communication la frange D, la chaîne DC, & la Tringle ou le Tube AB.

Dans cette expérience, pour simplifier les choses, la bouteille A L, la chaîne M N, l'homme IK, l'autre chaîne TO, le fil *m n*, doivent disparoître; & la Tringle ou le Tube A B doit ne porter que la Chaîne C D, à laquelle on peut substituer un simple fil d'archal.

I°. Le *Fluide électrique*, mis en jeu & en action dans le Globe VD, qui roule rapidement sur son axe en essuyant le frottement continuel des mains ou d'un Frottoir qui les remplace, se porte & se transmet en torrens dans la frange D, dans la chaîne DC, dans la tringle ou dans le tube AB, qui sont des Corps électrisables par communication.

Ce Fluide s'accumule & s'entasse avec surabondance dans la chaîne & dans la tringle ou dans le tube de fer : parce que l'Air & la Soie & le Verre, qui sont les seuls Corps contigus à la tringle & à la chaîne de fer, ne s'électrisent point par communication.

II°. Si la Tringle de fer AB étoit suspendue au plafond ou aux murs par une chaîne de fer ou par un fil de métal quelconque ou par une ficelle de chanvre ; cette tringle ne s'électriseroit point : parce que ces Supports étant électrisables par communication ; le torrent électrique, qui coule sans cesse par la chaîne DC dans la tringle de fer AB, au lieu de s'arrêter & de s'accumuler dans cette tringle, s'échapperoit sans cesse de son sein ; & iroit se communiquer au plafond, aux murailles, à la masse de la Terre : ce qui rendroit nulle ou du moins insensible son action dans la tringle de fer AB & dans la chaîne DC.

Pour que cette Tringle s'électrise : *il faut donc qu'elle soit isolée ;* ou qu'elle soit totalement séparée de tout corps électrisable par communication, de tout corps capable de lui enlever le Fluide électri-

que que lui transmet sans cesse le Globe électrisé.

PHÉNOMENES A REMARQUER DANS CETTE TROISIEME EXPÉRIENCE.

1072. OBSERVATION. La *Tringle de fer AB*, ainsi isolée & ainsi électrisée, présente plusieurs phénomenes dignes d'attention, que nous allons succinctement faire connoître. (*Fig.* 100).

I°. Si on présente le doigt en un point quelconque à cette tringle de fer, sans la toucher : on essuie une vive *Commotion* ou Piquure ; & cette commotion est accompagnée d'une *Inflammation* qui se déploie en étincelles très-brillantes, & d'un *Pétillement* ou d'un bruit très-sensible.

Ces effets ont assez vraisemblablement pour cause, le choc & l'absorption des *deux Torrens simultanés* qui jaillissent en des sens opposés, l'un du doigt dans la tringle, l'autre de la tringle dans le doigt ; & qui étant d'une nature très-inflammable, peuvent s'enflammer, comme ils s'enflamment en effet, *par le choc, par le mélange, par l'affinité de leurs Rayons opposés*. Delà, la commotion, l'étincelle, le bruit ou le pétillement.

Il est très-possible peut-être, ainsi que nous l'observerons ailleurs, que ces *deux torrens simultanés de Fluide électrique*, ne soient pas de même nature ; & qu'étant très-différens l'un de l'autre, ils aient entre eux une Affinité plus ou moins semblable à celle qui existe entre un Acide & un Alkali, entre le Gas nitreux & l'Air déphlogistiqué : Hypothese qui nous paroît la seule propre à rendre quelque raison plausible & satisfaisante des Phénomenes électriques, & dont nous donnerons ailleurs une idée générale. (1889 & 1890).

La piquure ou la commotion, que produit sur le doigt la Tringle électrisée, est plus sensible & plus forte que celle que produiroit le Globe électrisant ;

parce que, toutes choses étant égales d'ailleurs, *l'Electricité acquise par communication, est plus forte que l'électricité acquise par frottement.*

II°. Si le Conducteur DC est un Fil d'archal continu : le Fluide électrique l'enfile & passe du Globe à la Tringle, sans se rendre sensible.

Mais si ce même Conducteur D C est une Chaîne à petits anneaux : *le Fluide électrique saute d'un anneau à l'autre ;* éclate & se rend sensible dans l'obscurité, en passant d'un anneau à l'anneau suivant : sans doute parce que dans ce cas, il y a une Effluence & une Affluence de matiere électrique entre ces anneaux ; dont chacun darde & reçoit de petits torrens électriques, qui s'entre-choquent au passage de l'un à l'autre.

III°. Quand la Tringle de fer AB est fortement électrisée, elle produit quelquefois, mais rarement, des *Etincelles spontanées :* c'est-à-dire, des étincelles qui jaillissent & éclatent par elles-mêmes, sans être provoquées par un autre corps électrisable, qui en approche.

Le Torrent électrique, qu'un excès d'abondance & de plénitude fait jaillir du sein du Conducteur électrisé AB, heurte violemment les molécules de l'Air ; delà, le pétillement ou le bruit : heurte de même le torrent électrique qui, du sein de l'air, s'élance dans la Tringle électrisée : delà, l'inflammation de ces deux torrens opposés & très-inflammables.

IV°. Si on répand sur la Tringle AB, avant qu'elle soit électrisée, quelque légere poussiere, par exemple, du son de farine fort fin, du tabac rapé & bien sec : quand cette Tringle s'électrisera, la portion la plus grossiere de cette poussiere, s'élancera loin de la Tringle, emportée par la *partie effluente* du Fluide électrique ; & la portion la plus subtile de cette même poussiere, restera adhérente à la Tringle, retenue par la *partie affluente* du Fluide électrique : ce qui pourroit

faire

faire conjecturer que la matiere effluente s'échappe hors du corps électrisé, par des pores moins nombreux & plus ouverts; tandis que la matiere affluente entre & pénetre dans le corps électrisé, par des pores plus étroits & plus multipliés.

Le torrent de matiere effluente, est divergent *a b*; & le torrent de matiere affluente, est convergent *r s*: comme l'annonce & le démontre la célebre Expérience d'Hauxbée. (1070).

Ces deux Torrens *a b* & *r s* peuvent se mouvoir l'un dans l'autre, sans se troubler dans leur cours: ainsi que le fait la Lumiere. (863).

Si on place la même poussiere sur un Plan de carton G, & qu'on présente ce Plan au-dessous de la Tringle électrisée, à une fort petite distance: on verra les différentes molécules de cette poussiere, s'élancer du plan vers la tringle, revenir de la tringle vers le plan, retourner encore du plan vers la tringle: selon que chaque molécule à part se trouve actuellement exposée au torrent ou du Fluide effluent, ou du Fluide affluent.

V°. Si sur un *Carton G*, on place une petite feuille d'or extrêmement mince, & qu'on présente ce Carton sous la Tringle électrisée, en tenant la main au-dessous du carton: cette *légere Feuille d'or*, livrée aux deux Torrens opposés de matiere effluente & affluente, se soutiendra suspendue en l'air, avec un mouvement ondoyant entre la tringle & le carton.

Et si le Carton passe de M en T, & de T en M; la petite Feuille d'or se promenera en l'air, toujours sautillant entre la tringle & le carton ambulant: parce qu'elle est toujours alternativement livrée à deux Courans opposés & à peu près égaux, dont l'un l'éleve & l'autre l'abaisse.

VI°. Si on présente le revers de la main, à l'extrémité B de la tringle de fer; on sentira comme l'*im-*

pression d'un Souffle léger & frais : impression occasionnée par l'impulsion du Fluide effluent, qui, de la tringle, s'élance en divergeant sur la main ; comme on le voit représenté en P.

Si on présente le nez en B, près de l'aigrette ou de l'écoulement électrique : on sentira une petite odeur qui paroît tenir de celle du phosphore ou de l'œil. Le même souffle & la même odeur se feront sentir au bout du doigt d'un homme isolé & électrisé.

VII°. Si au Conducteur AB on suspend *deux très-petites Boules de liege*, l'une Y par un fil de laiton très-mince, & l'autre X par un fil de soie ; en telle sorte que ces deux petites Boules soient à la même hauteur & à environ un pouce de distance l'une de l'autre : la premiere Y s'électrisera, la seconde ne s'électrisera point, par le moyen du conducteur électrisé AB. Qu'arrivera-t-il delà ? (*Fig.* 109).

On verra d'abord la *Boule non électrisée X*, s'écarter de la ligne perpendiculaire ; & s'approcher de la Boule électrisée Y, qui l'attire & qui lui darde son feu électrique. Après quoi, la Boule X, qui a reçu le torrent électrique, & qui par-là se trouve électrisée, est repoussée ; & se soutient écartée de la ligne perpendiculaire, plus éloignée qu'auparavant de la Boule qui l'a électrisée.

Il résulte de ce phénomene, que *les mêmes Corps tantôt s'attirent & tantôt se repoussent :* selon que le Fluide électrique agit sur eux ; & que tout Corps électrisé par communication, s'écarte ou tend à s'écarter de celui qui l'a mis en cet état.

VIII°. Dans un lieu fort obscur, on verra sortir par chaque bout A & B de la tringle électrisée, un petit *torrent de Rayons lumineux & divergens*, en forme d'aigrettes ou de bouquets épanouis : ce qui fait voir la *grande analogie du Fluide électrique avec la Lumiere.* (Fig. 100).

IX°. Si à l'extrémité B, terminée en pointe, on présente une Liqueur très-inflammable, telle que l'esprit-de-vin un peu échauffé : cette Liqueur prend feu & s'enflamme, par l'action du torrent de matiere effluente qui l'affecte : ce qui annonce & démontre la *grande analogie du Fluide électrique avec le Fluide igné ou le Feu*.

X°. La tringle de fer étant fortement électrisée ; suspendez subitement l'électrisation, & tirez l'étincelle. La tringle perdra son électricité: parce que l'excès de Fluide électrique dont elle étoit chargée, ou se décharge subitement dans le corps électrisable qui l'approche ; ou se dissipe tout à coup par le choc, dans le Vide de l'air.

XI°. Quand la tringle de fer a été fortement électrisée : si on la laisse isolée sans en approcher aucun Corps électrisable par communication ; elle conserve assez longtems son électricité, qui se dissipe à la fin peu à peu. (*Fig.* 100).

Mais si on lui présente d'un peu loin une *Pointe de fer isolée :* elle se décharge en peu de tems de son Fluide électrique redondant, qu'elle darde vers la Pointe opposée & électrisable, au bout de laquelle on le verra dans les ténebres, se réunir en aigrette lumineuse.

Il est inutile d'avertir ici que les divers Phénomenes que nous venons d'observer dans l'Electricité produite par un Globe de crystal & par une Tringle de fer, existeront & se montreront de même dans l'Electricité produite par un Plan circulaire de Crystal & par les Conducteurs adaptés à ce Plan.

1073. EXPÉRIENCE IV. *Electriser un Homme ou un Animal quelconque IK*. (Fig. 100).

EXPLICATION. Placez cet Homme IK sur un Gâteau de résine, ou sur un Chassis à cordons de soie, ou sur un Support de verre ou de bois frit dans

l'huile & féché au four ; & mettez dans la main de cet homme, une chaîne de fer ou un fil d'archal MN, qui communique avec la Tringle de fer AB, fortement électrisée.

I°. Le Fluide électrique, entassé & accumulé dans la Tringle électrisée AB, se communique à la chaîne MN ; & par cette chaîne, à l'homme IK : qui sort des Corps abélectriques, ou des Corps qui ne sont électrisables que par communication.

II°. L'homme IK ne peut transmettre le Fluide qu'il reçoit, qu'au Support sur lequel il repose, ou à l'Air qui l'environne.

Mais le Support de résine ou de soie ou de verre ou de soufre ou de bois frit dans l'huile & séché au four, non plus que l'Air environnant, ne sont point des corps électrisables par communication. Le Fluide électrique, qui coule continuellement dans cet homme, doit donc s'entasser & s'accumuler dans toute sa substance : jusqu'à ce qu'un *excès de Plénitude*, en occasionne une dissipation à peu près égale à la quantité nouvelle qu'il en reçoit à chaque instant ; à mesure que l'électrisation, poussée à son plus haut degré de force, continue à agir sur lui & à lui envoyer un nouveau Fluide électrique.

III°. Si, au lieu d'être isolé & placé sur les Supports perséléctriques dont nous venons de parler, ce même homme IK avoit ses pieds ou ses mains ou ses habits, appuyés sur des *Corps abélectriques*, sur des Corps capables de recevoir le Fluide électrique par communication, par exemple, sur un Plancher ou sur la Terre ; il ne s'électriseroit point : parce que le Fluide électrique, que lui portent les Conducteurs DMN, au lieu de s'arrêter & de s'accumuler dans lui, passeroit à l'instant dans les Corps avec lesquels il communique ; & se transmettroit sans cesse dans la masse de la Terre, où son action immensément di-

visée devient insensible & nulle : ainsi que celle de tout Mouvement trop affoibli par sa communication.

IV°. Si au point T étoit suspendue par un fil de fer, une Cage de bois ou de fer ; cette Cage s'électriseroit, aussi bien que l'Animal quelconque qu'elle renfermeroit : parce que cette cage & cet animal recevroient le Fluide électrique, sans le transmettre à aucun corps électrisable par communication.

V°. Si au point T étoit suspendue par quatre chaînes de fer, une grande Table de fer ou de bois ZX, chargée d'une couche de terre & de fumier propre à produire & à nourrir des Fleurs & des Plantes de différente espece : on pourroit électriser à volonté & cette Table & tous les Corps électrisables par communication, qu'elle supporte. On pourroit observer, en continuant l'électrisation pendant un nombre de jours convenable, quelle influence peut avoir l'électricité sur le développement des Germes, sur l'accroissement des Plantes.

On conçoit facilement que par le moyen d'un Moulin à eau, on pourroit électriser le Globe VD, entre ses Frottoirs, pendant des mois entiers.

PHÉNOMENES A REMARQUER DANS CETTE QUATRIEME EXPÉRIENCE.

1074. OBSERVATION. L'action du Fluide électrique, accumulé dans l'*Homme isolé & électrisé IK*, se manifeste par des signes non équivoques, dont nous allons rendre raison. (*Fig.* 100).

I°. On voit ses Cheveux se hérisser & se dresser sur sa tête : parce que le Fluide électrique dont il est inondé avec surabondance, & qui enfile les petits canaux de ces cheveux, tend à s'échapper au-dehors en lignes droites & divergentes. (1070).

Par là même raison, si on lui attache en H une *Houpe de fil ou de laine* : on verra les petits filamens

de cette houpe, se mouvoir & tendre à se diriger en lignes droites, dès que l'électricité commence à avoir lieu; sur-tout si on présente une plaque de métal au-dessus de cette houpe.

II°. On voit cet homme I K, produire les mêmes phénomenes électriques, que nous venons d'observer dans la Tringle électrisée. (1072).

Car, si on présente le bout du doigt à sa main, à son nez, à ses jambes, à ses cheveux, à ses habits: on éprouve la même *Commotion*, accompagnée du même *Pétillement*, de la même *Inflammation* ou de la même Etincelle lumineuse dont nous avons parlé.

Son Doigt Z, présenté à l'esprit-de-vin un peu échauffé, l'enflamme: comme la pointe B de la Tringle de fer électrisée.

III°. Si ce même homme isolé & électrisé tient en sa main Z, une Cueillere pleine d'esprit-de-vin un peu échauffé, & qu'une autre personne non isolée présente brusquement le doigt à cette Liqueur, sans la toucher: l'esprit-de-vin s'enflamme, par le Choc & par l'Affinité du *double Torrent électrique* qui jaillit de l'esprit-de-vin dans le doigt, & du doigt dans l'esprit-de-vin. (1070 & 1072).

IV°. Si ce même homme électrisé passe légerement sa main sur une *Personne non isolée*, *vêtue de quelque étoffe où il y ait de l'or & de l'argent*: il la fait étinceler de toute part, non seulement elle, mais encore toutes les autres qui sont habillées de semblables étoffes & qui la touchent; & ces Etincelles se font sentir aux Personnes sur qui elles paroissent, par des picotemens que l'on ne souffre qu'avec peine. On voit déjà ici que *le Fluide électrique enfile de préférence & affecte avec plus d'énergie les Substances métalliques*, que la plupart des autres Substances.

Ces Etincelles paroissent avoir la même cause, que celles de la Chaîne à petits anneaux dont nous avons

parlé précédemment ; ſavoir, le choc & l'abſorption des deux Torrens électriques, que ſe dardent réciproquement deux fils d'or ou d'argent voiſins & non contigus dans la même étoffe. (1072).

V°. Si dix ou vingt Perſonnes non iſolées ſe tiennent toutes par la main ; & que la premiere perſonne de cette longue file, préſente le doigt ou à la Tringle électriſée A B, ou à l'Homme électriſé I K : toutes ces perſonnes reçoivent au même inſtant la commotion électrique, avec la même force.

VI°. Quand l'Electricité eſt portée à ſon plus haut degré dans l'Homme I K, elle ceſſe d'y prendre de nouveaux accroiſſemens.

Il faut donc que le *Fluide électrique* qui lui ſurvient à chaque inſtant, à meſure que l'électriſation continue, faſſe jaillir au-dehors une égale quantité du Fluide qui l'a précédé; & qui, en ſe diſſipant au loin dans la maſſe de l'Air en rayons divergens, doit inévitablement entraîner avec lui une quantité conſidérable de ſubſtances plus volatiles, & appauvrit le Sujet d'où il s'échappe.

Delà, la *diminution ſenſible de poids*, que l'Abbé Nollet a trouvée dans une foule de liqueurs, de fruits, de plantes, de ſubſtances animales, d'animaux vivans, peſés exactement avant & après une longue & forte électriſation.

1075. REMARQUE. Les Corps vivans, ou les *Animaux proprement dits*, ne s'électriſent point par voie de frottement.

Mais certaines *Matieres animales*, telles que la ſoie, les cheveux, le poil, les ongles, la corne, les os, donnent des ſignes non équivoques d'électricité, quand on les frotte.

I°. Perſonne n'ignore à préſent que l'on fait étinceler *un Chat* dans l'obſcurité, en lui paſſant deux

ou trois fois la main sur le dos : que l'étrille d'un Palefrenier & le Morceau de serge qui la suit en frottant, électrisent le *poil d'un Cheval* ; & le font luire ou étinceler d'une maniere propre à effrayer une Personne simple, qui n'auroit aucune connoissance de l'électricité : que l'Animal peut s'électriser lui-même & se rendre étincelant, en frottant son poil ou contre une crêche ou contre un mur.

Delà, la fabuleuse & absurde idée de ces prétendus *Esprits follets*, qui s'affectionnent, dit-on, à certains Chevaux ; & que l'on voit quelquefois briller sur leur poil.

II°. Si le Chat ou le Cheval étoient rasés, quand on les frotte ; ils ne s'électriseroient point : parce que la peau & les chairs ne s'électrisent point par frottement, mais uniquement par communication.

La Bouteille de Leyde et ses Phénomenes.

1076. Expérience. V. *Electriser intérieurement & extérieurement une Bouteille de verre ; ou faire la fameuse Expérience de Leyde.*

Explication Prenez une Bouteille NM, d'un verre assez mince, d'environ une demi pinte ; & emplissez-là d'eau de riviere ou de fontaine, jusqu'aux deux tiers ou aux trois quarts de sa hauteur & de sa capacité. (*Fig.* 105).

Après quoi, bouchez cette Bouteille avec un Bouchon de liege, au travers duquel passera un *gros Fil de fer ou de cuivre R B*, qui y soit invariablement arrêté & fixé : en telle sorte qu'une partie de ce Fil de fer ou de cuivre, soit plongée dans l'eau de la Bouteille ; & que l'autre partie soit saillante au-dessus du Bouchon, & courbée en arc MB, en forme de crochet terminé en petite boule.

Cet appareil sera la Bouteille de Leyde, dans sa

primitive construction. On la construit aujourdhui d'une maniere plus simple & plus commode; ainsi que nous l'expliquerons bientôt. (*Fig.* 100).

I°. La Bouteille de Leyde étant suspendue en L par son crochet sur la Tringle de fer AB, pendant le tems de l'électrisation : elle s'électrisera très-fortement; & elle donnera une étonnante énergie au Fluide électrique dans tous les Conducteurs AB & CD & MN & TO qui communiquent avec elle : si sa surface extérieure est en communication avec quelque Corps abélectrique qui ne soit point isolé ; par exemple, si cette surface extérieure est appuyée sur la main d'un homme non-isolé, pendant que le Globe électrisant roule rapidement sur son axe.

Mais cette même Bouteille de Leyde, ne s'électrisera aucunement, sous l'électrisation la plus favorable & la plus forte : si sa surface extérieure n'est en communication qu'avec l'Air environnant, pendant tout le tems de l'électrisation.

II°. Quand la Bouteille de Leyde est fortement électrisée : si, tenant d'une main la Bouteille L, on touche avec l'autre main le Fil métallique qui en forme le crochet; on essuiera une *violente Commotion* dans les bras, & quelquefois dans la poitrine & dans tout le corps; commotion qui peut même devenir dangereuse pour le Sujet qui la reçoit : puisqu'elle est capable de tuer des pigeons, des poulets, d'autres semblables petits animaux; comme nous l'expliquerons bientôt.

Les autres Phénomenes électriques, par exemple, les attractions, les répulsions, les aigrettes lumineuses, les inflammations & les pétillemens, produits par le moyen de la Bouteille de Leyde, ont tous ou plus de force ou plus d'éclat : ce qui annonce évidemment une incomparablement plus grande énergie dans le Fluide électrique que met en jeu ce merveilleux Appareil.

On eſt fort embarraſſé, quand il s'agit de rendre raiſon de l'*électricité de cette Bouteille*, qui n'étant électriſable que par frottement, ſemble n'en eſſuyer aucun; & qui communiquant ſans ceſſe avec un *Corps non iſolé*, par exemple, avec la main qui la ſoutient, devroit perdre ſans ceſſe & tranſmettre à la maſſe de la Terre, tout ſon Fluide électrique.

Il eſt probable que le Fluide électrique, voituré avec ſurabondance dans le ſein de la Bouteille par les Conducteurs DCAL, pendant que l'électriſation a lieu dans le Globe VD, agit avec violence contre les parois intérieures du verre; & occaſionne dans la ſurface intérieure de la Bouteille, le même effet qu'y produiroit un violent frottement.

Nous ferons voir ailleurs qu'il n'exiſte encore aucune théorie, aucune hypotheſe, aucun ſyſtême; où l'on rende une raiſon bien ſatisfaiſante des divers phénomenes de la Bouteille de Leyde. (1887 & 1890).

III°. Quelquefois la *violence de l'Electricité*, eſt ſi grande dans la Bouteille de Leyde; qu'elle perce le Verre avec éclat, y formant un petit trou circulaire ou conique ſans fêlure : comme ſi ce point de la Bouteille, avoit été expoſé au foyer d'un Miroir ardent, qui y eût fondu le verre.

Mais, quand cette Bouteille eſt le plus fortement électriſée ou *chargée* : ſi on en touche la panſe ou la ſurface extérieure, ſans toucher au Fil ſaillant de métal, qui en forme le crochet; ou ſi on en touche le crochet, ſans en toucher la panſe; on ne reçoit point de commotion; & la Bouteille ne ſe décharge point.

Pour qu'elle ſe décharge, ou pour qu'elle lance hors d'elle-même le Fluide électrique que l'électriſation y a entaſſé & accumulé : il faut qu'un même Corps électriſable par communication, touche au même inſtant & à ſa panſe & à ſon crochet. Ce Corps

reçoit alors la *Commotion électrique ;* & la Bouteille se trouve déchargée.

IV°. Dans la Bouteille de Leyde, quand la surface intérieure est électrisée *en plus*, la surface extérieure est électrisée *en moins ;* & réciproquement, quand l'électricité positive existe dans la surface extérieure, l'électricité négative existe & dans la surface intérieure & dans le Fil métallique qui y fait la fonction de conducteur & de crochet : phénomene inconcevable, dont il n'existe encore aucune explication satisfaisante. (1887 & 1889).

V°. La Bouteille de Leyde, électrisée avec son eau, & posée sur un Support électrisable par communication, conserve très-long-tems son électricité ; plus long-tems que si elle étoit posée sur un Support perséléctrique. (Fig. 105).

Par exemple, en reposant sur un Support de métal, elle donne encore quelquefois des signes très-marqués d'électricité, après trente ou trente-six heures ; & elle perd incomparablement plus vîte son électricité, quand elle repose sur un Support de verre ou de résine ou de soie ou de cire d'Espagne.

PARTICULARITÉS A REMARQUER DANS L'EXPÉRIENCE OU DANS LA BOUTEILLE DE LEYDE.

1077. OBSERVATION. L'Expérience qui vient d'occuper notre attention, est connue aujourdhui chez les Physiciens, sous le nom d'*Expérience de Leyde :* parce qu'elle doit son origine & sa célébrité à trois illustres Citoyens de Leyde, savoir à Messieurs Muschenbroëk, Allaman & Cunéus. Muschenbroëk en fit part à l'Académie Royale des Sciences, en 1746 : il en avoit essuyé le premier, la *violente Commotion ;* & au prix de la Couronne de France, dit-il, il ne voudroit pas en recevoir une seconde semblable à la premiere.

I°. L'*Expérience de Leyde*, & l'*Expérience de Marly-la-Ville* dont nous parlerons bien-tôt, feront époque dans l'histoire de l'Electricité :

La premiere, parce qu'elle augmente immensément l'énergie de l'*Electricité artificielle*; & qu'elle rend incomparablement plus sensibles & plus brillans tous les phénomenes qui en dépendent, tels que les Commotions, les Pétillemens, les Inflammations lumineuses.

La seconde, parce qu'elle a établi & démontré une grande Vérité physique, qui n'étoit encore que soupçonnée & entrevue ; savoir, qu'il existe une *Electricité naturelle*, féconde en grands phénomenes; & qu'elle a mis la Physique, en état de connoître & d'observer ces phénomenes si dignes de son attention.

II°. Dans l'Expérience précédente, nous avons montré la *Bouteille de Leyde*, telle qu'elle fut d'abord mise en usage. L'Eau servoit à y recueillir & à y accumuler le Fluide électrique. (*Fig.* 105).

Mais comme la vapeur de l'eau, servoit aussi à faciliter la dissipation de ce Fluide : on substitua à l'eau, une grenaille de plomb ; qui enveloppant le Fil d'archal jusqu'à une hauteur convenable, s'électrisoit fortement, & électrisoit bien plus fortement encore la surface inférieure de la Bouteille.

Mais, la grenaille de plomb, en assez grand volume, ayant une pesanteur souvent embarrassante, on en a abandonné l'usage ; & on s'est borné à appliquer à la surface intérieure & à la surface extérieure de la Bouteille, jusqu'à une hauteur convenable, une *Feuille de métal* : ce qui suffit pour donner à cette Bouteille, autant & même plus d'énergie, que pouvoient lui en donner l'eau ou le plomb ; & telle est aujourdhui, dans les Cabinets de Physique, la construction commune des Bouteilles de Leyde.

III°. Pour que le Fluide électrique, excité & mis en

action par la Bouteille de Leyde, soit dans sa plus grande force; il faut qu'il y ait *Cercle électrique;* c'est-à-dire, une suite de Corps qui aboutissent d'une part à la surface extérieure de la Bouteille; & de l'autre, au Conducteur qui porte le Fluide électrique dans cette Bouteille. Par exemple, (*Fig.* 100):

Il y a Cercle électrique ALR; quand je tiens d'une main la bouteille électrisée; & que de l'autre je tire l'étincelle, en présentant le bout de mon doigt au crochet de la Bouteille. Il y aura également cercle électrique, dans les trois premieres expériences suivantes.

IV°. La Bouteille de Leyde n'a pas besoin, pour opérer les phénomenes d'électricité qui lui sont propres, d'être actuellement unie & appliquée aux Conducteurs électrisés à qui elle doit sa vertu électrique. (*Fig.* 106 & 107).

Séparée de ces Conducteurs, elle reste assez longtems en état d'opérer ces phénomenes avec la plus grande énergie; & en l'empoignant par la panse, sans toucher à son crochet, on peut la porter d'un appartement dans un autre, pour faire les différentes expériences auxquelles on la destine.

V°. Ce qu'il y a de plus singulier dans l'expérience de Leyde, c'est que les *Conducteurs* qui forment le *Cercle électrique*, & qui transmettent l'action du Fluide électrique depuis la panse de la Bouteille jusqu'au crochet, n'ont pas besoin d'être isolés.

Le Fluide électrique passe *par la Route la plus courte*, des Conducteurs à la Bouteille, & de la Bouteille aux Conducteurs: sans se communiquer dans sa route, aux Corps électrisables par communication, qui se trouvent contigus à ces Conducteurs; comme on le verra dans les Expériences qui vont suivre celle-ci.

1078. EXPÉRIENCE VI. *Transmettre la Commotion*

électrique, par le moyen de la Bouteille de Leyde, à un nombre quelconque de Personnes arrangées en Cercle électrique auprès de cette Bouteille. (Fig. 105).

EXPLICATION. Soit un nombre quelconque de Personnes BXN, se tenant toutes par la main sans être isolées : en telle sorte que la premiere tienne d'une main la Bouteille électrisée N, & donne l'autre main à la personne qui la suit ; & que la derniere de cette file, que l'on peut augmenter ou diminuer indéfiniment, donnant une main à la personne qui la précede, présente l'autre main au Fil de métal B qui sort de la Bouteille électrisée.

Au moment & à l'instant où le bout du doigt est présenté au Crochet B de la Bouteille electrisée : tout ce nombre quelconque de Personnes BXN, depuis celle qui soutient la Bouteille en N, jusqu'à celle qui tire l'étincelle en B, reçoit une violente Commotion dans le poignet, & quelquefois dans la poitrine, dans tout le corps, & sur-tout dans toutes les jointures : sans que l'on puisse appercevoir aucun intervalle de tems, entre la commotion reçue par la premiere en N & la commotion reçue par la derniere en B.

On observera la même chose dans la Personne qui se trouve au milieu X de cette longue file : en dirigeant le Cercle électrique, ou le nombre de personnes qui se tiennent par la main, de telle sorte que la Personne qui occupe le milieu X, se trouve placée ainsi que la premiere & la derniere de la file, auprès de la Bouteille électrisée.

Car il n'est pas nécessaire que le *Cercle électrique* ait une figure circulaire : il suffit qu'il forme une communication non interrompue, en ligne quelconque, entre la panse extérieure de la Bouteille, & son crochet RB.

Avec quelle *inconcevable Vitesse* doit se mouvoir

le Fluide électrique ; qui élancé à la fois & du sein de la Bouteille & du sein du Crochet en des sens opposés, agit & s'entre-choque au même instant sensible, dans tout ce nombre de Personnes !

1079. REMARQUE. On peut faire, avec cette même Bouteille, une *autre Expérience très-curieuse* ; qui pour le fond des choses, revient purement & simplement à la précédente. (*Fig.* 105).

I°. Autour d'un vaste Enclos ou d'une grande Plaine, soient *deux Fils de fer NX & BX*, chacun de trois ou quatre mille toises de longueur ; dont les quatre extrémités aboutiront auprès de la Bouteille de Leyde électrisée.

Ces deux Fils de fer, qu'il n'est point nécessaire d'isoler, & qui peuvent reposer indifféremment ou sur la terre ou sur des branches d'arbres, vont former *Cercle électrique* autour de la Bouteille de Leyde, par l'arrangement que nous allons leur donner.

Autour de la Bouteille électrisée seront placées trois Personnes. La *premiere N* tiendra d'une main la Bouteille ; & de l'autre, l'extrémité N du premier Fil NX. La *seconde X* tiendra d'une main l'extrémité X du premier Fil ; & de l'autre, l'extrémité X du second Fil X B. La *troisieme B* tiendra en main l'autre extrémité du second Fil, & la présentera au crochet de la Bouteille électrisée.

Il y aura ici, comme on voit, un vrai *Cercle électrique*, ou une suite non interrompue de Corps électrisables par communication, entre la surface extérieure de la Bouteille, & le crochet de cette même Bouteille.

II°. Au même instant sensible où est tirée l'Etincelle électrique en B ; ces trois Personnes reçoivent une *violente Commotion :* quoique le Fluide électrique qui la produit, ait dû nécessairement parcourir trois

ou quatre mille toises, pour se porter d'une extrémité B ou N, à l'autre extrémité X de ces Fils ; ou pour passer des deux Personnes extrêmes B & N, dont l'une soutient la Bouteille & l'autre tire l'étincelle, à la *Personne du milieu* qui tient en X dans ses mains les deux extrémités opposées des deux Fils de fer, par où coule & agit sur elle le Fluide électrique.

Que de ressemblance entre la *rapidité du Fluide électrique*, qui nous donne des Commotions : & la *rapidité du Fluide animal*, qui nous donne des Sensations.

III°. Il est indifférent que les Fils de fer NX & BX, soient isolés ou non isolés : parce que *dans l'Expérience de Leyde, le Fluide électrique suit le chemin le plus court, sans se diviser & se partager avec les masses étrangeres aux Corps qui forment le Cercle électrique.*

Phénomene singulier & étonnant, mais *Principe certain & incontestable :* mille & mille observations expérimentales en ont constaté la réalité, en ont établi & démontré la certitude ; & il doit être mis au rang des Vérités physiques, quelque difficulté qu'il puisse y avoir à en rendre raison.

1080. EXPÉRIENCE VII. *Transmettre l'action du Fluide électrique, à travers une Riviere ou un Etang ; par le moyen de l'Eau qui sert de Conducteur & qui contribue à former le Cercle électrique.* (Fig. 106).

EXPLICATION. Soient deux Personnes A & B, auprès d'une Bouteille de Leyde fortement électrisée MN; deux autres Personnes C & D, aux deux extrémités opposées d'un grand Bassin d'eau tranquille, de cinquante ou soixante toises de diametre ; deux *Fils de fer*, plus ou moins longs AC & BD, qui puissent aboutir de la Bouteille électrisée au Bassin d'eau CD.

I°. La *premiere Personne A*, tient d'une main la Bouteille électrisée ; & de l'autre, une extrêmité du premier Fil de fer AC : tandis que la *seconde Personne*

sonne C, placée auprès de l'eau, tient d'une main l'autre extrêmité de ce même fil de fer, & plonge l'autre main dans l'eau.

II°. La *troisieme personne D*, placée à l'autre bout du bassin, plonge une main dans l'eau; & tient de l'autre, une extrêmité du second fil de fer DB: tandis que la *quatrieme personne B*, tenant ou prenant en main l'autre extrêmité du même fil de fer, la présentera au crochet de la Bouteille & tirera l'étincelle.

III°. Au même instant sensible, où part l'Etincelle électrique en B: ces quatre Personnes reçoivent une violente commotion; & cette commotion n'a point lieu, non plus que l'étincelle électrique, quand l'une des deux Personnes placées auprès du bassin, manque d'avoir sa main plongée dans l'eau, au moment où le Fil de fer est présenté au crochet B de la Bouteille électrisée: ce qui démontre que l'*Eau de ce bassin*, fait la fonction de Conducteur, & contribue à former le *Cercle électrique* dans cette Expérience.

Le Fluide électrique passe *par la Ligne la plus courte*, d'une main plongée dans l'eau en C, à l'autre main plongée dans l'eau en D, par le moyen d'un filet d'eau intercepté entre ces deux mains; sans électriser toute l'eau du bassin: parce qu'il ne se partage pas avec les masses qui sont étrangeres au Cercle électrique. (1079).

1081. EXPÉRIENCE VIII. *Tuer un Moineau ou un Pigeon ou tel autre petit Animal, d'un coup d'Electricité, par le moyen de la Bouteille de Leyde.* (Fig. 107).

EXPLICATION. I°. Tenant d'une main N une Bouteille de Leyde bien chargée; & de l'autre, *le Pigeon*: présentez le crâne du petit animal, au crochet B de la Bouteille.

Il y aura *Cercle électrique*; & le torrent électrique,

qui jaillira avec la plus grande impétuosité dans la tête du Pigeon, en ébranlera violemment toutes les fibres, en détruira l'organisation, lui donnera la mort.

Mais le coup qui fait périr le petit animal, se fera aussi sentir dans vous : parce que vous faites partie du *Cercle électrique*, qui transmet ici de N en B, le fatal Fluide. (1077).

II°. Pour donner le coup mortel au Pigeon, sans en essuyer le contre-coup : fixez le pigeon sur un Support quelconque A. Après quoi, attachez un *Fil de fer N A*, autour de la panse de la Bouteille ; & faites aboutir ce fil de fer jusqu'au petit Animal, qu'il embrassera en faisant autour de lui une ou deux circonvolutions. Le petit Animal communiquera avec la Bouteille, par le moyen de ce Fil de fer NA, qui l'embrasse & qui embrasse en même tems la Bouteille.

Pour achever le Cercle électrique, prenez un *autre Fil de fer B X*, emmanché par le milieu au bout d'un Bâton de cire d'Espagne, qui n'est point électrisable par communication ; & suspendez ce fil au crochet de la Bouteille, en telle sorte que sa pointe un peu mousse puisse atteindre la tête de l'animal qui doit en être la victime.

Empoignez le Bâton de cire d'Espagne, qui n'étant pas électrisable par communication, ne peut point vous transmettre le coup électrique ; & présentez la pointe mousse X du fil de fer, à la tête du Pigeon.

Il y aura *Cercle électrique* ; & la Commotion, dans sa plus grande force, fera périr, comme auparavant, le petit Animal, sans vous faire sentir son action : parce que le Fluide électrique, dardé de la panse de la Bouteille au crochet & du crochet à la panse de la Bouteille, n'a aucun Conducteur qui le porte dans vous.

1082. REMARQUE I. Par un artifice assez semblable à celui qui fait périr un Pigeon ou un Poulet ou tel autre petit Animal, on peut *percer une Main de papier, allumer de la Poudre ou de l'Esprit-de-vin.*

Il ne s'agit pour cela, que d'établir un Cercle électrique, entre la panse de la Bouteille de Leyde, & le Crochet indéfiniment prolongé de cette même Bouteille. Par exemple, (*Fig.* 107):

I°. Une *Main de Papier*, placée & pressée sur le Support A, au-dessus d'un Fil de fer NA qui l'embrasse & dont la pointe est en-dessous, sera percée de part en part: quand la pointe d'un autre Fil de fer X qui communique avec le Crochet de la bouteille, viendra se présenter à cette Main de papier, au-dessus de la Pointe inférieure.

Les *deux Torrens électriques*, qui partent l'un de la panse & l'autre du crochet de la Bouteille, passent d'un Fil de fer à l'autre; & emportent ou dissipent par leur choc infiniment rapide, les substances qui s'opposent à leur passage d'un fil à l'autre, *par la Route la plus courte.*

Delà, le Trou que l'on apperçoit dans toute cette Main de papier, quand l'électricité est très-forte.

II°. On conçoit facilement que si une certaine quantité de *Poudre bien seche & un peu broyée*, se trouvoit placée en A entre ces deux mêmes Fils de fer: le choc de ce double Torrent, produiroit une subite inflammation dans toute cette Substance facilement combustible.

1082. II°. REMARQUE II. De la propriété singuliere qu'a le Fluide électrique, dans la Bouteille de Leyde, de se porter *par la Route la plus courte*, à travers les Conducteurs abélectriques, de la Panse au Crochet; il s'ensuit, & l'expérience confirme & démontre la vérité de cette Induction, qu'en don-

nant la Commotion électrique par le moyen de la Bouteille de Leyde, on peut affecter & restreindre cette commotion à telle partie précise & déterminée que l'on veut, dans le Sujet à qui on la fait subir. Par exemple, (*Fig.* 187) :

I°. Si je veux donner la Commotion électrique au *Poignet V d'un Paralytique*, & ne la donner qu'à son poignet : en faisant embrasser ce Poignet par le Fil de fer RNV qui part de la Panse de la Bouteille fortement électrisée ; & en présentant en V l'extrémité X de l'autre Fil de fer emmanché qui part du Crochet ; je donnerai la commotion électrique à ce Poignet, qui est placé dans le Cercle électrique ; & je ne la donnerai point au reste du Corps, qui est hors du cercle électrique.

II°. De même, si je veux donner la commotion électrique au *côté droit d'un Malade*, sans qu'elle affecte en rien dans lui le côté gauche : en attachant le fil de fer RNP à son pied droit, & en présentant l'autre fil de fer emmanché X, à l'extrémité supérieure T de son épaule droite, je donnerai la Commotion électrique à tout le côté droit ; sans que cette commotion se fasse en rien sentir dans le côté gauche.

III°. On voit par là, comment il faut s'y prendre, pour administrer l'Electricité positive ou négative, dans ces différentes sortes de Maladies contre lesquelles on met en œuvre le Fluide électrique. L'Epilepsie, la Paralysie, les Rhumatismes gouteux, les Gouttes sereines, toutes les Affections vaporeuses, toutes les Maladies occasionnées par des obstructions, par des engorgemens, par un défaut de Circulation libre dans le Fluide animal, devoient, disoit-on, disparoître sous la salutaire influence de l'*Electricité médicale* ; mais malheureusement elles n'en ont encore rien fait ; ce qui ne prouve point qu'il faille cesser

de faire de nouvelles Tentatives en ce genre.

Il est beau de tenter même l'impossible, pour le bien de l'*Humanité souffrante* : mais il ne faut point tromper le Public ; & on le trompe, quand par un défaut de droiture ou de jugement, on lui donne pour des phénomenes réels de guérison, des phénomenes qui ne sont qu'imaginaires.

En Angleterre, selon Tibere Cavallo, on n'emploie point les *Commotions violentes*, dans les Maladies auxquelles on applique l'Electricité médicale. On y pense que ces sortes de commotions sont plus propres à détruire qu'à rétablir, dans un Sujet, les fonctions naturelles de l'Organisation animale ; & que si par hasard elles sont salutaires une fois, mille & mille fois elles doivent être nuisibles & funestes.

1083. EXPÉRIENCE IX. *Aimanter une Aiguille de fer, par le moyen de la Bouteille de Leyde.* (Fig. 107).

EXPLICATION. Soit une *Aiguille de fer*, semblables à celles que l'on fait pour les Boussoles, posée horisontalement en A, entre deux Lames de verre. Menez un fil de fer NA, de la panse de la Bouteille de Leyde bien chargée, à *une pointe de l'Aiguille* : prenez un autre fil de fer B, & présentez-en l'extrémité X, à l'*autre pointe de l'Aiguille*. Il y aura Cercle électrique ; & le Coup fulminant BX aimantera cette Aiguille. Selon Franklin, à qui est due cette expérience :

1°. Cette Aiguille de fer, posée sur un pivot où elle puisse se mouvoir librement, tournera constamment une de ses pointes, celle qui a reçu le coup fulminant ou l'étincelle électrique, vers le nord ; & l'autre vers le midi ; comme si elle avoit été passée sur un Aimant : avec cette différence, que ce Magnétisme s'affoiblira sensiblement au bout de quelques jours ou de quelques mois ; ce qui n'arrive pas aux

Aiguilles qui ont été passées sur un Aimant naturel ou artificiel. (592 & 594).

II°. Par un semblable artifice, vous changerez à volonté les Poles magnétiques de la même Aiguille. Il ne s'agit que d'électriser de la même maniere, la Pointe opposée : en faisant tomber sur elle l'étincelle ou le coup fulminant B X, qui avoit affecté la premiere pointe.

Le Capitaine Waddel, dans la Relation qu'il a donnée de la Foudre qui tomba sur son Vaisseau, marque que ses Boussoles perdirent la Vertu magnétique, ou que les Poles en furent changés.

La même chose arrive dans les expériences électriques : le Coup d'électricité, détruit le Magnétisme ; ou change les poles des Aiguilles qui ont été passées sur l'Aimant.

1084. COROLLAIRE. Il résulte de cette neuvieme Expérience, qu'il y a une *Analogie réelle entre le Fluide électrique & le Fluide magnétique :* sans que cette connoissance nous mene à de grandes lumieres sur la nature & sur le mécanisme de ce double Principe physique ; qui n'est vraisemblablement que le même Principe, différemment modifié à certains égards.

1084. II°. REMARQUE. Après avoir observé la Bouteille de Leyde, & en elle-même & dans ses principaux Phénomenes ; il ne sera pas bien difficile de se former une idée des *Batteries électriques*, qui ne sont autre chose qu'un assemblage d'un plus ou moins grand nombre de Vases de verre d'une assez grande capacité ; garnis en-dedans & en-dehors de Lames d'étain, excepté dans leur partie supérieure, au-dessus de NM, qui demeure sans garniture ; & mis en communication entre eux & avec les Conducteurs électriques AB, par des tiges de métal qui

partent de leur fond & qui s'élevent au-dessus de leurs ouvertures. (*Fig* 109).

Les Batteries électriques ne sont réellement comme on voit, qu'un assemblage de *grandes Bouteilles de Leyde*, assorties ensemble pour produire conjointement une même Commotion sur un même objet: commotion proportionnelle, tout étant égal d'ailleurs, à la grandeur des surfaces; & capable par là même, de porter un coup mortel au Téméraire & à l'Imprudent qui s'exposeroit à la recevoir, quand elle est dans sa grande force.

Une Batterie électrique, au lieu des uatre Jarres MN, peut en avoir un nombre double, triple, quadruple; & alors la *Commotion électrique* qui en résultera, sera proportionnellement plus énergique & plus forte.

1085. EXPÉRIENCE X. *Accélérer l'écoulement des Liquides dans de petits Tubes, par le moyen de l'Electricité.* (Fig. 100 & 108).

EXPLICATION. Soit un Vase de terre ou de métal, plein d'eau; & garni de petits Tubes verticaux, par où l'eau ne puisse s'écouler que goutte à goutte.

Suspendez ce Vase MN, à la Tringle de fer électrisée AB, par le moyen d'un Fil de fer, qui lui communiquera l'électricité; & qui le tiendra isolé au milieu de l'Air. (*Fig.* 108).

I°. A mesure que l'eau de ce Vase s'électrise: on la voit couler avec plus d'abondance par les petits Tubes verticaux; & ses gouttes, en quittant le bout des petits Tubes FG, s'éparpillent sous la forme d'un goupillon hérissé de feu.

II°. Quand l'eau coule en *Filets continus*, par des Tubes un peu plus grands TV: l'écoulement ne s'accélere point; & si on présente le doigt à ce Jet, fût-il de deux ou trois lignes de diametre, on le voit

fortir de la ligne verticale pour fe porter vers la Main X, d'où il fait jaillir des étincelles très-piquantes ; avec lefquelles on met le feu aux Liqueurs & aux Vapeurs inflammables.

1086. REMARQUE. Cette dixieme expérience, ou le Mouvement des Liquides, accéléré par l'électricité, dans des Tubes capillaires, fit foupçonner que l'Electricité pourroit bien influer dans le *développement des Germes*, dans la *vegétation des Plantes ;* & l'Expérience a démontré que ce foupçon étoit bien fondé. (*Fig.* 100 & 108).

Des Germes de différentes Plantes, foumis à une électrifation foutenue pendant un certain nombre de jours, fe font développés plus promptement que leurs femblables, qui n'éprouvoient point la même électricité. (1073).

Des Plantes, foumifes à une femblable électrifation, ont produit des feuilles & des fleurs ; plus tôt que d'autres Plantes femblables, expofées à la même température, mais qui n'étoient point électrifées de même.

De ces Obfervations & de ces Expériences, il réfulte que *l'Electricité eft un des grands Agens de la Nature, dans la végétation des Plantes.* Mais le myftere ou le fecret de la Nature en ce genre, n'en refte pas moins impénétrable : par la raifon que nous ne connoiffons que très-imparfaitement & la nature & l'action du Principe qui produit ces phénomenes.

1087. EXPÉRIENCE XI. *Imiter le Tonnerre, par le moyen de l'Electricité.* (Fig. 100).

EXPLICATION. Soit une *Glace très-mince & bien unie ZX*, de deux ou trois pieds de diametre, étamée des deux côtés, & affermie à peu près horifontalement fur un Cadre de bois. Sur le Tain de fa

surface supérieure, tracez une *Bordure d'environ trois pouces de largeur* ; & avec un ciseau de cuivre ou avec tel autre instrument, enlevez en l'étain : en observant d'arrondir les angles & de ne point laisser de bavures en pointes dans tout le circuit. Sur le milieu de cette Glace ainsi préparée, laissez tomber un fil de fer, du Conducteur AB : pour y conduire & pour y entasser le Torrent électrique.

I°. Si le tems est favorable, & que l'on soit dans l'obscurité : après douze ou quinze tours de Roue, on apperçoit sur les bords de l'étain, quelques petites étincelles ; qui augmentant en nombre & en force, représentent assez bien un Ciel tout enflammé, tel que celui qui précede les grands Orages & qui s'apprête à éclater en éclairs & en tonnerres.

Le Fluide électrique, qui passe du Globe électrisant au Conducteur AB, & de ce premier conducteur au second conducteur TO, s'entasse & s'accumule avec surabondance dans l'étain qui adhere à la partie supérieure de la Glace ; & qui, comme toutes les substances métalliques, s'électrise très-fortement par communication.

Cet Etain est isolé : puisqu'il ne communique qu'avec la Glace & avec l'Air, qui ne s'électrisent pas par communication : la bordure de la Glace interrompant la communication entre la couche supérieure & la couche inférieure de l'étain.

II°. En continuant & en forçant l'électrisation ; dont on peut augmenter l'énergie par le moyen de la Bouteille de Leyde : on voit l'inflammation toujours croissante de cette surface étamée & isolée, se terminer par une *violente Explosion* ; qui fait, avec le plus brillant éclair, un bruit aussi éclatant que celui du plus fort coup de Fouet.

III°. Après cette explosion, on trouve sur la Glace, à l'endroit où elle s'est faite, une *Trace blan-*

châtre, plus ou moins apparente, assez ordinairement en zigzag ; qui traverse la Bordure découverte, depuis le bord de l'étain jusqu'au Cadre, sous lequel elle va se perdre.

En passant le doigt ou l'ongle sur cette Glace, à l'endroit où s'est faite l'explosion ; on trouve que la Glace y est dépolie & raboteuse : ce qui paroît démontrer que la *Matiere électrique pénetre le Verre ;* quoiqu'elle le pénetre beaucoup plus difficilement que la plupart des autres substances.

IV°. Si immédiatement après l'Explosion, on approchoit le nez de l'endroit où elle s'est faite : on y sentiroit infailliblement une *Odeur de soufre*, très-frappante. Cette odeur, très-volatile, s'exhale en fort peu de tems ; mais elle laisse des signes non équivoques de son existence. Car, il ne faut que deux ou trois explosions semblables à celle dont nous venons de parler, pour en remplir une chambre

Il n'y a personne, dit le Traducteur de Franklin, qui ne reconnoisse à ces traits, le plus redoutable de tous les Météores, le Tonnerre : c'est la raison pour laquelle on a donné à cette expérience, le nom de *Tonnerre artificiel.*

Nous reconnoissons sans peine, avec tous ou presque tous les Physiciens modernes, qu'*il y a une très-grande analogie entre la Matiere électrique & la matiere du Tonnerre :* sans que nous soyons beaucoup plus éclairés qu'auparavant & sur la nature & sur la formation & sur l'action de ce redoutable Phénomene. Nous montrerons bientôt plus en détail, cette analogie.

1088. EXPÉRIENCE. XII. *Faire l'expérience du Tableau magique.* (Fig. 100).

EXPLICATION. Ayez une *Glace assez mince ZX*, d'environ un pied & demi de diametre ; un Cadre propre à reçevoir & à soutenir cette Glace ; une

Eſtampe ou une Gravure en papier, de même grandeur que la glace.

Coupez tout autour de cette Eſtampe, une *Bordure d'environ deux pouces de largeur.* L'Eſtampe ſera diviſée en deux parties dont l'une doit être collée ſur la partie antérieure, & l'autre ſur la partie poſtérieure de la Glace : comme nous allons l'expliquer.

I°. Sur la *Surface poſtérieure* de la Glace, ou ſur la ſurface qui doit être derriere le Cadre, fixez avec de la colle légere ou avec une eau gommée, la bande de l'Eſtampe, que vous avez ſéparé du reſte : ayant ſoin de la bien unir & de la bien appliquer à la glace.

Dorez avec de l'or ou du cuivre en feuille, le *milieu de cette Surface* : c'eſt-à-dire, toute la partie interceptée entre la Bordure.

Dorez de même, *la Partie du Cadre*, ſur laquelle doit repoſer la bande collée ſur la glace, en exceptant le côté ſupérieur de ce cadre ; & établiſſez *une communication* entre la dorure du cadre, & la dorure du milieu de la glace.

Ce côté de la Glace, eſt préparé & fini pour l'expérience; & poſant la glace ſur ſon cadre, on la couvre par derriere d'un carton, pour empêcher que la dorure ne ſe gâte.

II°. Dans la *Surface antérieure* de la Glace, ou dans la Surface qui doit être expoſée à la vue, dorez exactement la *Partie du milieu*, ſur toute la dorure de derriere. Et quand cette dorure ſera ſeche, couvrez-la, en collant ſur elle le milieu de l'Eſtampe qui avoit été ſéparée de la bande : obſervant de rapprocher les parties correſpondantes de la Bande & du Portrait. Par ce moyen, le Portrait paroîtra tout d'une piece, comme auparavant : ſeulement une partie eſt derriere la glace; & l'autre devant la glace.

La partie de cette Surface antérieure, qui correſ-

pond à la Bande collée par derriere, reste vide & découverte, entre le Cadre & la *Dorure du milieu*; & par là, cette dorure se trouve isolée, & propre à recevoir & à retenir avec surabondance le Fluide électrique.

Ce Tableau encadré sera ce que l'on appelle le *Tableau magique* : nom qui lui vient de ce que, par une ingénieuse & innocente charlatannerie, on attribue quelquefois à l'*Objet quelconque* qui se trouve représenté dans ce Tableau, des connoissances que la seule Magie est supposée pouvoir donner; comme nous l'expliquerons bientôt.

III°. Ce Tableau étant posé à peu près horisontalement sur un Support convenable, par exemple, sur une petite Table; on fera descendre une petite chaîne de fer TO, sur le mileu de la Glace, pour y conduire le Fluide électrique que dégage & que met en jeu le Globe électrisant VD; & on mettra en O, ou une piece d'argent, ou une petite couronne dorée, ou un cachet de métal.

Quand le Tableau sera médiocrement électrisé: qu'une Personne empoigne d'une main le cadre du Tableau, en telle sorte que ses doigts reposent sur la *Dorure* qui est derriere la Glace; & que de l'autre main elle tâche d'enlever la couronne ou le cachet ou la piece d'argent. Elle recevra une Commotion épouvantable; & elle manquera son coup.

Quand le Tableau est plus ou moins fortement électrisé: qu'une Personne tienne d'une main le Cadre, dans la partie où ce Cadre est *sans Dorure*; & qu'elle porte l'autre main sur la couronne ou sur le cachet. Elle pourra toucher le milieu du Tableau, y prendre & y remettre la couronne ou le cachet; sans essuyer la commotion électrique.

1089. REMARQUE. Le *Tableau magique* est fon-

cierement une *Bouteille de Leyde* : l'une de ses surfaces est électrisée positivement ; & l'autre négativement.

I°. Quand les deux mains d'une même Personne, touchent à la fois, ou la seule surface électrisée positivement, ou la seule surface électrisée négativement : cette Personne ne reçoit point la commotion électrique.

II°. Quand cette même Personne touche d'une main, la surface à électricité positive ; & de l'autre main, la surface à électricité négative : alors elle reçoit la Commotion électrique, ainsi qu'elle la recevroit dans l'expérience de la Bouteille de Leyde.

III°. En supposant ici que la *Partie dorée O* soit électrisée positivement : la Partie dorée au-dessous, sera électrisée négativement. Et comme cette Dorure du dessous, communique avec celle du cadre ; cette *Dorure du cadre*, sera aussi électrisée négativement.

Delà, une *Commotion* semblable à celle que donne la Bouteille de Leyde, quand on est en prise à la fois à ses *deux Electricités opposées* : commotion qui n'a point lieu, quand on n'est en prise qu'à l'une des deux.

Le *côté supérieur du Cadre*, par la construction de cet Appareil, étant sans dorure, ne prend ni l'électricité positive, ni l'électricité négative ; & c'est pour cette raison, qu'en touchant d'une main cette partie du Cadre, on peut toucher de l'autre main le milieu de la Glace électrisée, sans en recevoir aucune commotion.

On est alors dans le cas d'une Personne qui d'une main toucheroit la Table sur laquelle repose une Bouteille de Leyde bien chargée ; & qui de l'autre main en toucheroit ou le crochet ou la panse. (1076).

IV°. On conçoit aisément, comment on peut tourner en petite Charlatannerie, l'*expérience du Tableau magique*. En voici un exemple, que l'on peut varier & métamorphoser à l'infini.

Je fus averti par hasard, il y a une vingtaine d'années, que trois jeunes Physiciens avoient passé une après-dînée dans un Billard que leurs Parens leur avoient expressément défendu de fréquenter. Je faisois alors quelques *expériences d'Electricité*, par le moyen d'un Tableau magique d'une très-médiocre énergie, sur lequel étoit peint un petit homme à grandes moustaches & coiffé d'un Turban.

Les trois Délinquans assistoient à ces expériences, avec un grand nombre d'autres Jeunes Gens. Le petit *bonhomme du Tableau*, leur dis-je, ne peut souffrir l'odeur du Billard : il entre en fureur, il tonne, il fulmine contre quiconque en est infecté; bon enfant d'ailleurs envers le reste des humains. J'empoignai le Cadre d'une main, du côté où il n'y avoit point de dorure; & de l'autre, je pris & repris plusieurs fois tranquillement un *Cachet d'argent*, posé en O sur le milieu du Tableau. Un Jeune homme, dont je plaçai la main au même endroit, en fit de même : ensuite un second, ensuite un troisieme, firent encore la même chose.

L'un des *Joueurs de Billard*, qui faisoit bonne contenance, & qui ne soupçonnoit nullement que le Secret eût été trahi, s'approche. Je place sa main, sans qu'il y fasse attention, sur la *partie dorée du Cadre*; & il se prépare à prendre avec l'autre main, le Cachet d'argent. A l'instant, une Commotion violente & inattendue le repousse, l'empêche d'atteindre le cachet, & lui arrache l'aveu public du petit Délit : ce qui amusa beaucoup ses Condisciples. Il crut le petit homme du Tableau réellement magicien; & ce ce ne fut qu'après avoir vu & éprouvé la différente position de main, qu'il reconnut enfin que la Magie du petit homme, ne s'étendoit pas bien loin.

ARTICLE SECOND.

PHÉNOMENES DE L'ÉLECTRICITÉ NATURELLE.

1090. OBSERVATION. LA plupart des belles Découvertes, doivent leur origine au hasard : la Découverte d'une *Electricité naturelle*, ou d'une Electricité existante dans la Nature, & excitée par la seule action de la Nature en certains tems, doit son origine au génie.

Le célebre Franklin, Anglois de nation, établi & fixé à Philadelphie en Amérique, osa le premier, vers le milieu de ce siecle, soupçonner l'*Atmosphere terrestre*, d'être réellement électrisée dans les Contrées où va gronder le Tonnerre. Plein de cette idée, qui annonce & la pénétration & l'étendue & la hardiesse de son génie, il osa inviter tous les Physiciens du Monde, à soutirer le *Feu du Ciel*, dans un tems d'Orage, par un mécanisme dont il fit connoître l'artifice; & à électriser les Corps terrestres, par le moyen de l'Electricité céleste.

S'il falloit du génie pour enfanter cette idée, il en falloit aussi pour l'adopter. Plein de l'enthousiasme que lui avoit inspiré le *Physicien Américain*, M. d'Alibart, eut le courage de faire construire à Marly-la-Ville, un Attirail ou une Machine propre à aller s'électriser dans les Nues ; & le 10 Mai 1752, la Machine fut en effet électrisée par un Nuage qui ne donna qu'un seul coup de Tonnerre.

Depuis lors, cette Expérience, à laquelle on a conservé le nom de la Ville où elle fut faite, a été répétée avec le plus grand succès, en France, en Italie, en Angleterre, en Allemagne, en Moscovie, en Asie, en Amérique ; & l'*existence d'une Electricité naturelle*, a été pleinement démontrée.

Les Expériences suivantes feront voir par quel Mécanisme, on peut démontrer l'existence de cette Electricité naturelle ; & comment on peut, par son moyen, électriser les Corps terrestres.

1091. EXPÉRIENCE I. *Electriser une Tringle ou une Pyramide de fer, par le moyen des Nuages ; ou faire l'Expérience de Marly-la-Ville.* (Fig. 100 & 101).

EXPLICATION. Il est démontré par les expériences & par les observations qui ont été faites depuis environ trente ans, dans toutes les Contrées de la Terre, que souvent le Ciel & les Nuages se trouvent réellement électrisés : quoique l'on ne sache guere comment & par quel Mécanisme physique ils s'électrisent. La preuve qu'ils sont électrisés, c'est qu'ils électrisent les Corps qu'ils avoisinent : comme on le verra dans la Tringle ou Pyramide de fer, dont nous allons parler.

Un Nuage électrisé est dans le même cas que le Conducteur électrisé A B, & que l'Homme électrisé & isolé I K. Plein d'une quantité surabondante de Feu électrique, il communique sa surabondance à tout Corps électrisable par communication, qui se rencontre dans sa sphere d'activité : ce qu'il ne pourroit pas faire, s'il n'étoit pas effectivement électrisé en lui-même. (*Fig.* 101).

1°. Soit une *longue Tringle ou Pyramide de fer R S*, isolée, ou établie & fixée sur des Supports incapables de s'électriser par communication ; & placée dans un Lieu élevé, par exemple, sur le donjon d'un Château, ou sur le sommet d'une petite Montagne.

Quand le Nuage électrisé R approchera ou touchera cette Tringle ou cette Pyramide : elle s'électrisera par communication, en soutirant subitement ou peu à peu le Feu électrique dont le Nuage est chargé : comme l'Homme I K soutire le feu électrique

dont

dont est surchargé le Conducteur électrisé AB; soit que cet Homme touche immédiatement ce Conducteur, soit qu'il ne le touche que par le moyen de la chaîne MN.

II°. La *Pyramide isolée RS* ne peut transmettre, ni à l'Air qui l'environne, ni aux Supports qui la fixent & sur lesquels elle repose, le Fluide électrique que le Nuage lui communique: parce que ces Corps ne sont point électrisables par communication.

Le Fluide ou le Feu électrique s'y accumule & s'y condense donc, ainsi que dans le Conducteur isolé AB, ou dans l'Homme isolé IK: avec cette différence, que le Nuage électrisant peut, à raison de son immense étendue, communiquer à la Tringle ou à la Pyramide de fer RS, une quantité de feu électrique immensement plus grande, que celle que le Globe électrisant VD envoie au Conducteur AB.

III°. Quand cette Tringle ou cette Pyramide RS ne communique qu'avec des Nuées ou des Vapeurs non électrisées, elle ne donne aucun signe d'électricité: on peut lui présenter la main & la toucher, sans en recevoir aucune Commotion.

Mais, quand elle communiquera avec quelque Nuée ou avec quelques Vapeurs fortement électrisées: elle produira en grand, tous les Phénomenes électriques que l'on observe en petit dans le Conducteur électrisé AB; c'est-à-dire, que sa pointe dardera un grand Torrent de matiere lumineuse en forme d'aigrettes; que toute sa surface attirera & repoussera avec violence, les petits corps contigus; que si quelque Etre vivant vient se placer à son voisinage & dans sa sphere d'activité, il en recevra une violente Commotion, capable de lui donner subitement la mort.

C'est ainsi que périt en 1753, M. Richman, Professeur de Physique à Petersbourg. S'étant approché

par mégarde d'une Barre de fer électrisée par un tems orageux, il en reçut une Commotion assez semblable à celle d'un coup de Tonnerre.

IV. Pour éprouver sans danger, si la Tringle ou la Pyramide isolée RS est électrisée : il faut avoir recours à quelque moyen propre à nous garantir des coups funestes qu'elle peut nous porter ; par exemple, à un *Fil de fer, emmenché dans le goulot d'une forte Bouteille de verre.*

Ce Fil de fer, présenté à la Pyramide électrisée, en soutirera le feu électrique : parce qu'il est électrisable par communication. Mais il ne transmettra point l'étincelle & la commotion à la main qui tient le fond de la bouteille : parce que la bouteille, qui sépare le fil de fer, de la main, n'est point électrisable par communication.

Le *Feu électrique* qui se trouve accumulé dans la Pyramide RS, jaillira donc en petit éclair & éclatera en petit tonnerre, entre la Pyramide & le Fil de fer ; sans se transmettre en torrent sur la Personne qui fait l'épreuve : à moins que le Torrent électrique ne fût assez fort pour faire éclater la Bouteille, & pour s'étendre jusqu'à celui qui la tient : ce qui pourroit peut-être absolument arriver, si la Pyramide électrisée étoit très-grande & très-fortement électrisée.

V°. On conçoit aisément qu'il n'est pas facile d'*isoler la Pyramide de Fer RS* ; & de lui donner, dans cet état d'isolement, une situation assez fixe & assez stable, pour la mettre en état de résister suffisamment à l'impulsion des vents & des orages auxquels elle doit être sans cesse exposée. Cet ouvrage demande nécessairement & bien des dépenses & bien des précautions ; que l'on imagine aisément, quand on sait ce que c'est qu'isoler un Corps abélectrique. (1067).

Nous nous bornerons ici à observer, que les *Cordes même de soie*, ne sont point propres à isoler la

Tringle ou Pyramide en question ; si elles ne sont pas garanties de la pluie & de l'humidité, dans la partie qui touche cette Tringle : parce que l'eau sert de véhicule au Fluide électrique à travers la soie.

Il faut donc que les Cordes de soie qui embrassent la Tringle, & qui doivent servir à la lier à un échafaudage convenable, soient couvertes par des especes d'Entonnoirs renversés, qui puissent empêcher & l'eau qui tombe des nues & l'eau qui coule sur la tringle, de les aller mouiller.

VI°. Si la Tringle ou la Pyramide RS, au lieu d'être isolée, étoit simplement posée & fixée ou sur un rocher ou sur un mur ou sur la terre ; elle soutireroit egalement le *Feu électrique des Nuages orageux :* puisqu'elle ne cesse point par là, d'être électrisable par communication.

Mais ce Feu électrique, au lieu de s'entasser & de s'accumuler avec surabondance dans la Tringle ou dans la Pyramide qui le soutire des Nuages électrisés, s'échapperont à chaque instant de son sein, en se communiquant sans cesse aux Corps contigus, & par ce moyen à la masse entiere de la Terre. Ainsi cette Tringle ou cette Pyramide ne seroit jamais électrisée : parce qu'elle n'acquerroit jamais une surabondance permanante de Feu électrique.

C'est ainsi que la Tringle de fer AB, ne s'électrise point, quand elle n'est pas isolée, ou qu'elle communique avec un Corps abélectrique qui n'est pas isolé : parce qu'elle perd à chaque instant autant de Fluide électrique, que lui en envoie le Globe électrisant VD.

Il est très-vraisemblable que tous les Corps terrestres qui s'élevent dans l'Atmosphere, tels que les arbres, les rochers, les bâtimens, font sur les Nuages électrisés qui les touchent, un effet assez semblable à celui que produiroit la Pyramide non isolée dont

nous parlons : avec cette différence cependant que le fer, ſur-tout s'il eſt terminé en pointe, attire plus efficacement & de plus loin que les arbres & les terres & les pierres, le Feu électrique. Ces diverſes eſpeces de Corps ainſi ſaillans, ſervent donc à décharger l'Atmoſphere, d'une partie du feu électrique qui menace nos têtes.

IDÉE DES PARATONNERRES.

1092. OBSERVATION. On donne aujourd'hui le nom de *Paratonnerres*, à de grandes Tringles métalliliques, que l'on établit & que l'on fixe à demeure ſur la partie la plus élevée d'une Fortereſſe, d'un Château, d'une Egliſe, d'un Palais, d'un Magaſin à poudre, d'un Bâtiment quelconque; & qui ſont deſtinées à garantir du feu du Ciel, ces divers Edifices. (*Fig.* 101).

C'eſt un Fait très-certain, quoique très-inexplicable, que *les Pointes attirent le Fluide électrique*; & que le Fluide électrique enfile les *Conducteurs métalliques*, préférablement aux Conducteurs de pierre, de mortier, de brique, d'ardoiſe, de thuile, & ainſi du reſte.

Delà, on conclut que ſi ſur le ſommet d'un Edifice S, on établit & on fixe une *grande Tringle iſolée RS;* & qu'à cette Tringle on attache en S, un *gros Fil de métal ST*, qui aille s'enfoncer à ſept ou huit pieds dans la Terre en T, à une ſuffiſante diſtance de l'Edifice S : cet Edifice ſera perſévéramment garanti du feu du Ciel, ou des ravages du Tonnerre.

Quand quelque *Nuée fulminante* approchera de l'Edifice S: la Pointe R, dit-on, en ſoutirera le Fluide électrique; & ce Fluide au lieu de ſe porter ſur l'Edifice S, & d'y faire ſon exploſion fulminante, ſera écarté & détourné de l'Edifice, par le gros Fil de métal ST, & ira s'abſorber & ſe perdre en T dans la maſſe de la Terre.

Telle eſt l'idée aujourd'hui aſſez généralement adoptée & reçue au ſujet des *Paratonnerres* : idée que nous ne prétendons aucunement combatre, mais ſur laquelle il nous reſte *certains Doutes bien ou mal fondés*, que nous prendrons la liberté d'expoſer tout bonnement, ſans leur attribuer plus d'importance qu'ils ne méritent.

I°. Il eſt démontré par une infinité d'Obſervations expérimentales, que dans les Pointes exiſte un *vrai Pouvoir attractif*, relativement au Fluide électrique qui ſe trouve accumulé & mis en jeu dans un Appareil électrique ; & par là même, relativement au Fluide électrique qui ſe trouve accumulé & mis en jeu dans une Nuée fulminante, laquelle n'eſt qu'une immenſe Machine électrique, électriſée par la Nature elle-même.

Mais, comme il eſt auſſi démontré par les Obſervations expérimentales, que tout étant égal d'ailleurs, la *quantité de Fluide électrique*, eſt à peu près proportionnelle aux Surfaces électriſées : en ſuppoſant que la Nuée fulminante ait cinq ou ſix mille toiſes de diametre ou d'étendue, comme elle les a en effet aſſez ſouvent ; il eſt clair que la doſe ou la quantité de Fluide électrique, y ſera immenſe, en comparaiſon de ce qu'elle eſt dans nos plus grands Appareils électriques.

Et dans ce cas, eſt-il bien décidé & bien certain que la Tringle métallique RS, qui ſuffiroit pour ſoutirer toute la Petite quantité de Fluide électrique qui exiſte dans nos plus grands Appareils électriques, ſuffira pour ſoutirer une quantité du même Fluide un million ou deux millions de fois plus grande, qui exiſteroit dans une Nuée électriſée & prête à devenir fulminante ?

Et en ſuppoſant même que la Tringle RS ſuffiſe en effet, pour attirer & ſoutirer *une auſſi immenſe*

quantité de Fluide électrique : ne sera-t-il point à craindre que ce Fluide ainsi attiré & soutiré ne forme dans elle & autour d'elle, dans son passage & dans son écoulement, une bien vaste atmosphere, un bien large torrent, capable peut-être de déborder & de refonder sur une assez grande partie de l'Edifice où existe le Paratonnerre ?

Et dans cette supposition, que rien n'annonce & ne démontre comme chimérique, ne sera-il aucunement à craindre que le Paratonnerre RS, au lieu de garantir du feu du Ciel l'Edifice sur lequel il est élevé, n'attire réellement le feu du Ciel sur cet édifice ?

II°. Il est très-certain, ainsi que l'atteste & que le démontre l'expérience, que la Foudre tombe assez souvent au milieu des Forêts : quoique les arbres des forêts, par le moyen de leurs Branches & de leurs Feuilles, élevent vers la région des Nuées fulminantes, une *infinité de Pointes*, toutes propres à attirer & à dissiper insensiblement le Fluide électrique. Car le Pouvoir attractif, comme personne ne l'ignore, n'est point un privilége exclusivement attaché aux substances métalliques : le bois, les pierres, l'eau, les animaux, & généralement tous les corps électrisables par communication, possedent ou acquierent cette même vertu.

Il n'est donc point démontré qu'en soutirant & en dissipant réellement une partie du Fluide électrique qui existe dans les Nuées électrisées, les Pointes soient toujours propres à les dépouiller de tout ce Fluide, & à les mettre hors d'état de faire des explosions fulminantes.

Et s'il est démontré par l'expérience que mille & mille millions de Pointes attractives, n'épuisent pas le Fluide électrique d'une Nuée fulminante qui passe au-dessus d'une vaste Forêt : sera-t-il bien démontré

qu'une ou deux ou quatre Pointes métalliques épuiseront le Fluide électrique d'une Nuée fulminante, qui passe au-dessus d'une Eglise ou d'un Château S? Est-il bien décidé & démontré qu'en genre d'électricité & relativement au Fluide électrique, les termes *attirer & épuiser*, soient toujours deux termes parfaitement synonymes?

Et d'ailleurs, d'où sait-on que la Nuée fulminante, livrée à l'action & à la réaction des Vents, n'atteindra jamais le premier ou le second étage d'un Edifice, avant d'en atteindre le toît où existe la Tringle ou le Paratonnerre RS? Et si *une Face de l'Edifice*, se trouve placée dans sa sphere d'activité, un peu plus tôt que le toît; ce qui peut & ce qui doit arriver assez fréquemment : pourquoi la Nuée fulminante ne feroit-elle pas son explosion sur cette Face de l'Edifice, avant que le Paratonnerre ait été à portée d'en soutirer le Fluide électrique?

III°. Il est bien certain aujourdhui que la Foudre s'élance de la Terre vers le Ciel, aussi fréquemment à peu près, qu'elle tombe du Ciel vers la Terre.

Quand la Nuée ou l'Exhalaison fulminante partira de la Terre, & coulera impétueusement sur la Tringle métallique SR, pour aller faire son explosion contre un Nuage placé en R : la Tringle SR, par où s'élance de bas en haut le Fluide électrique, attirera-t-elle ce même Fluide électrique qui en sort avec la plus grande impétuosité?

Et le *Ruisseau de Feu*, qui émanera de l'explosion fulminante, s'éloignera-t-il des matieres combustibles qu'il rencontre à droite & à gauche dans sa route, pour aller s'absorber dans la Tringle ou dans le Paratonnerre RST?

IV°. Nous l'avons déjà dit, & nous le répétons encore : les Doutes bien ou mal fondés que nous proposons, ne sont aucunement destinés à combattre les

idées aujourd'hui reçues au sujet des *Paratonnerres* ; & nous serions grandement charmés de voir dans ces sortes d'Instrumens, toute la merveilleuse & salutaire influence que leur attribue un Enthousiasme peut-être porté trop loin.

La fameuse Devise (*Eripuit Cœlo Fulmen*), nous paroîtra fort belle : quand il sera pleinement démontré qu'elle ne porte en rien sur l'imaginaire & sur le chimérique.

1093. EXPÉRIENCE II. *Construire un Cerf-volant électrique ; ou faire d'une autre maniere l'expérience de Marly-la-Ville.* (Fig. 10).

EXPLICATION. I°. Faites une Croix de deux petites Lattes, assez longues pour atteindre aux quatre coins d'un grand Mouchoir fin de soie ; & liez les quatre coins de ce mouchoir, aux extrémités de la croix.

Par ce moyen, vous aurez d'abord le corps d'un *Cerf-volant AB*.

En y ajoutant adroitement une queue, une gance & une ficelle ; vous le mettrez en état de s'élever en l'air, comme ceux qui sont faits de papier. Mais celui-ci, qui est de soie, sera plus propre à résister au vent & à la pluie d'un grand Orage. (852).

II. Au sommet du Montant de la Croix, fixez un *Fil d'archal très-pointu*, qui s'éleve deux pieds au-dessus du bout de la Croix. Ce Fer pointu s'électrisera fortement, à l'approche d'un Nuage électrisé.

III°. A l'extrémité inférieure de ce Fer pointu, attachez la *Ficelle AM*, qui doit conduire le Cerf-volant. Cette Ficelle, électrisable par communication, servira de conducteur à la matiere électrique, que le fer pointu soutire du nuage électrisé.

Si cette Ficelle est composée & de fil de chanvre & de fil de fer ou de laiton cordés ensemble ; elle prendra une plus forte électricité : parce que le Fluide

électrique se porte plus aisément & plus abondamment dans des Conducteurs de métal, que dans des Conducteurs de chanvre.

IV°. Au bout de la Ficelle près de la main, il faut nouer un *Cordon de soie*, qui interrompe la communication entre la ficelle & la main : sans quoi celui qui tient la Ficelle & qui conduit le Cerf-volant, seroit exposé à recevoir un coup funeste d'électricité ; quand le Cerf-volant rencontrera un Nuage fortement électrisé.

Le *Feu électrique*, reçu dans le Cerf-volant & dans la Ficelle, ne sera point reçu par le Cordon de soie qui n'est point électrisable par communication, à moins qu'il ne soit mouillé.

Ce Feu électrique ne sera donc point communiqué & transmis à la Main M : parce que cette main se trouve suffisamment séparée des Conducteurs électrisés.

On lance & on éleve ce Cerf-volant dans l'Atmosphere, quand le Ciel paroît couver quelque Orage, & se disposer à tonner ; & aussitôt que le Cerf-volant vient à atteindre la Nue qui couve & qui porte le Tonnerre dans son sein : le *Fil de fer pointu*, en attire le Feu électrique, qu'il communique à la Ficelle jusqu'au Cordon de soie exclusivement.

On sent aisément que la *Ficelle AM* ne doit toucher aucune muraille, aucun toit, aucun arbre, aucun corps électrisable par communication ; qui puisse recevoir & transmettre à la Masse terrestre, le Feu électrique que le Cerf-volant emprunte du Nuage électrisé.

VI°. Pour examiner sans danger *si la Ficelle AM est électrisée* : il est essentiel de prendre les précautions dont nous avons parlé précédemment.

La moindre imprudence en ce genre, pourroit procurer à l'Observateur, le funeste sort du Pro-

fesseur Richman, en attirant malheureusement sur lui le Feu du Ciel. (1091).

La Ficelle ainsi construite, ainsi isolée, ainsi electrisée, donnoit vers l'an 1753, à M. de Romas, alors Assesseur au Présidial de Nérac, & elle a donné de même dans la suite à plusieurs autres Observateurs, *des Traits de feu spontanés*, de la grosseur d'un pouce & de la longueur de dix à douze pieds : qui s'élançoient sur les Corps abélectriques les plus voisins ; & qui éclatoient avec un bruit égal à celui d'un coup de Pistolet.

VII°. Dans un tems calme où ne souffle aucun vent, au lieu d'un Cerf-volant, on peut faire usage d'un *Ballon aérostatique*, empli de Gas inflammable. Ce Ballon armé d'un Fil de fer qui en deviendra l'axe, & qui saillant en pointe dans sa partie supérieure, sera accroché à la Ficelle dans sa partie inférieure, s'élevera perpendiculairement dans la région de l'Air ; & ira soutirer le Fluide électrique qui peut exister ou dans les Nuages ou dans les différentes Couches aériennes qu'il atteindra. (1815 & 1818).

1094. EXPÉRIENCE III. *Construire un Electrometre relatif à l'Electricité naturelle de l'Atmosphere.* (Fig. 100).

EXPLICATION. Comme on a des *Barometres*, pour estimer le plus & le moins de pesanteur ou de ressort dans l'Air ; des *Thermometres*, pour apprécier le plus & le moins de chaleur dans les Corps : on peut avoir aussi des *Electrometres* ; pour connoître si l'Atmosphere est électrisée ou non, si elle est plus ou moins électrisée. Pour vous donner un Instrument de cette Nature :

I°. Au haut d'un Donjon fort élevé, suspendez une Tringle ou un Tube de Fer AB, sur des fils de soie, sous un toît qui garantisse le tout de la pluie & de l'humidité : cette Tringle sera isolée, & propre à s'électriser par communication.

Quand la partie de l'Atmoſphere qui enveloppe le Donjon, ſera électriſée & diſpoſée à enfanter le Tonnerre : cette *Tringle iſolée* attirera dans ſon ſein le Fluide électrique excité & mis en jeu autour d'elle ; & s'en chargera avec ſurabondance, ſans le communiquer à aucun Corps électriſable par communication. Elle ſera dans le cas où elle ſe trouve en AB, quand le Globe électriſé VD lui tranſmet le Fluide électrique.

II°. Sur cette Tringle ainſi iſolée dans ſon Donjon, ſuſpendez *deux Fils d'archal*, qui deſcendront par des trous pratiqués dans les planchers, juſqu'en XY dans votre appartement : ſans toucher aucun autre corps que l'Air, lequel ne s'électriſe pas par communication.

Quand la Tringle ſera électriſée, les deux fils de fer le ſeront également par communication : ils ſeront dans le cas des chaînes MN & TO, qui participent en plein à l'électricité de la Tringle AB.

III°. A l'extrémité inférieure de ces deux Fils recourbés, mettez *deux petites Clochettes* de cuivre ou d'argent, qui participeront à l'électricité des deux Fils de fer électriſés ; & entre ces deux Clochettes peu éloignées l'une de l'autre & placées à égale hauteur, ſuſpendez par le moyen d'un Fil de chanvre non iſolé *mn*, un petit morceau de liege traverſé horiſontalement par un *Fil de fer*, qui débordera en pointe de part & d'autre.

Par ce moyen l'on aura l'Electrometre dont il eſt ici queſtion. Car, lorſque l'Atmoſphere ſera électriſée ſur votre Donjon : elle électriſera votre Tringle iſolée ; & cette Tringle électriſée électriſera par communication, les Fils de fer & les Clochettes XY ſuſpendues à ces Fils de fer.

Dans ce cas, le Liege mobile & non iſolé, en vertu des Attractions & des Répulſions électriques,

se portera alternativement vers chaque Clochette électrisée, qui d'abord l'attire, & ensuite le repousse. Chaque choc d'une des pointes de fer qui débordent le Liege mobile, donnera un *Son plus ou moins fort*, qui vous avertira le jour comme la nuit, que l'Atmosphere plus ou moins fortement électrisée couve autour de vous & l'orage & la foudre.

IV°. On conçoit sans peine que, par le moyen de plusieurs Fils de fer, suspendus à la Tringle électrisée, & par le moyen de plusieurs petites Clochettes de différens calibres, suspendues à ces fils, on peut se procurer l'amusement d'un petit *Carillon électrique*; qu'animeront indifféremment & l'Electricité artificielle & l'Electricité naturelle.

1095. REMARQUE. L'*Electrometre* & le *Carillon électrique* dont il est question dans cette derniere Expérience, exigent ici quelques petits éclaircissemens, destinés à empêcher que l'on ne s'en forme de fausses idées. (*Fig.* 100).

I°. Souvent l'Atmosphere est électrisée, & par là même disposée à produire la Foudre; sans que l'effet s'ensuive, ou sans que le Tonnerre éclate : parce que le feu électrique se dissipe ou se porte ailleurs, avant qu'il ait été en état de faire son explosion.

L'Atmosphere est alors dans le cas de la Tringle de fer AB, dont on ne tire point l'étincelle, ou qui n'éclate point en étincelles spontanées. Ainsi votre Electrometre & votre Carillon électrique pourront vous annoncer la foudre, sans que la foudre s'allume & éclate. (1072).

II°. Souvent aussi, l'Atmosphere est électrisée dans sa partie supérieure, sans être électrisée dans sa partie inférieure, où ne s'étendra pas la Nuée orageuse.

Ainsi votre Electrometre, qui ne marque que l'état actuel de cette portion de l'Atmosphere qui l'en-

vironne, peut quelquefois ne point vous annoncer l'Orage qui éclate au loin en éclairs & en tonnerres, au-dessus de votre tête. Dans ce cas, les Cloches qui forment votre Carillon électrique, seront muettes : tandis que le Ciel en feu tonne & fulmine dans la haute région de l'Air.

III°. *L'usage de sonner les Cloches*, dans un tems d'orage, nous paroît avoir donné lieu, depuis vingt ou trente ans, à bien de fausses spéculations & de faux raisonnemens, dont voici en peu de mots, le fonds & la substance.

Le Son des Cloches, a-t-on dit, va percer & fendre les Nuées fulminantes ; & en fait descendre la Foudre sur les Clochers. Des Nuées percées & fendues par le Son des Cloches : la Foudre s'échappant par les trous & les fentes des Nuées ainsi percées, ainsi fendues : quelles idées, pour le dix-huitieme siecle ! Le onzieme & le quatorzieme siecles, auroient rougi de les enfanter ou de les accueillir. Le Sens commun pouvoit ignorer alors la vraie théorie du Son : mais il fut toujours incapable de lui attribuer des effets aussi visiblement chimériques & absurdes. (750 & 771).

La Foudre, a-t-on dit encore, est tombée sur tel & tel Clocher, dans le tems même où l'on y sonnoit les Cloches : c'est donc le Son des Cloches, qui y a attiré la foudre. Quelle Dialectique ! Elle a été proscrite de tout tems par la plus simple lumiere du Sens commun, sous le titre de *Cause non-Cause*. D'où sait-on que la Foudre qui est tombée sur le clocher, pendant que l'on sonnoit les cloches, n'y seroit point tombée de même, si les cloches n'avoient pas sonné ? Le concours de deux choses, prouve-t-il donc toujours, que l'une soit réellement la cause de l'autre ? (*Mét.* 736).

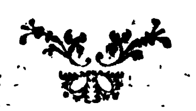
Le mouvement & le frottement des Cloches sur les

échafaudages où elles sont suspendues, y fait naître, a-t-on dit encore, une Electricité analogue à celle des Nuées fulminantes ; & delà, les désastres qui en résultent. Mais, où a-t-on vu que les Métaux & les Pierres & le Bois, qui forment les cloches & leurs échafaudages, soient propres ou à s'électriser ou à électriser les Nuées, par leur mouvement & par leur frottement ? Une telle Spéculation n'est-elle pas visiblement l'opposé de tout ce que l'on a d'expériences & de théories, en genre d'Electricité ?

IV°. Il n'est point décidé que l'usage de sonner les Cloches, dans un tems d'orage, ne soit pas propre à attirer la Foudre sur les clochers.

Mais il est certain que toutes les spéculations & tous les raisonnemens que l'on a faits pour proscrire cet usage, sont ruineux ou absurdes en eux mêmes ; & qu'il n'y a que l'Expérience qui puisse décider efficacement & sûrement si l'ébranlement & le frottement des Cloches résonnantes, est propre à déterminer l'explosion d'une Nuée fulminante.

La meilleure maniere d'interroger & de consulter l'Expérience à cet égard, ce seroit peut-être de placer auprès d'une *Batterie électrique fortement chargée*, les Cloches non isolées X & Y ; & d'examiner si elles sont plus propres & plus disposées à recevoir la décharge électrique, dans leur état d'agitation & de frémissement sonore, que dans leur état de repos & de silence. (*Fig.* 100 & 109).



ARTICLE TROISIEME.

CONJECTURES SUR L'ÉLECTRICITÉ ET SUR LE FLUIDE ÉLECTRIQUE.

Nous allons obſerver l'Electricité, & dans *ſes Cauſes*, & dans *ſes Dépéndances*, & dans *ſon Fluide*. Delà, les trois Paragraphes ſuivans.

PARAGRAPHE PREMIER.

CAUSES DE L'ÉLECTRICITÉ.

1096. ASSERTION I. *L'ÉLECTRICITÉ paroît être un effet, ou de la Loi d'impulſion, ou de la Loi d'affinité.*

EXPLICATION. Tout Mouvement & toute Action, dans la Nature matérielle, eſt toujours un effet & une dépendance des *Loix générales de la Nature*; ſavoir, ou de la Loi d'impulſion, ou de la Loi d'attraction, ou de la Loi d'affinité.

I°. Il eſt évident que l'*Attraction générale*, ou cette Attraction qui affecte univerſellement & indifféremment tous les Corps en raiſon directe des maſſes & en raiſon inverſe des quarrés des diſtances, ne produit point les Phénomenes électriques, avec leſquels elle n'a & ne peut avoir aucune analogie.

II°. L'expérience fait voir & démontre que dans les Phénomenes électriques exiſte un *double Courant ſimultané de matiere très-ſubtile*, qui du dehors ſe porte en rayons convergens, dans le ſein ou ſur la ſurface du Corps électriſé; & qui du ſein ou de la ſurface du Corps électriſé, s'élance & ſe diſſipe au loin en rayons divergens : ſoit que la Matiere effluente

ne differe en rien de la Matiere affluente ; soit que l'une differe réellement de l'autre, & que l'une soit à l'autre en quelque sorte, ce qu'est un Acide par rapport à un Alkali, ou ce qu'est le Gas nitreux par rapport à l'Air déphlogistiqué. (1070 & 1889).

Quelle que soit la nature de ce *double Courant simultané :* il est clair que son Mouvement n'est point l'effet, de la Loi générale d'attraction, qui est évidemment incapable de produire aucun effet sensible en ce genre (1422 & 1517); n'est point l'effet de la Loi d'attraction spéciale ou d'affinité, qui n'agit qu'à une distance infiniment petite, qui augmente en force par le contact immédiat, qui attire toujours & ne repousse jamais la même espece de matiere.

Il est clair par conséquent, que le Mouvement de ce double Courant simultané, est l'effet de la Loi d'impulsion; & par conséquent encore, que *l'impulsion a une influence très-réelle & très-certaine dans les Phénomenes électriques :* quoiqu'elle ne soit pas l'unique Cause de ces sortes de phénomenes.

III°. Du double Courant simultané de matiere subtile, qui se montre dans les Phénomenes électriques, résultent des attractions, des répulsions, des inflammations, des détonnations, des absorptions, qui évidemment ne peuvent pas émaner des simples Loix de l'impulsion & du choc ; qui évidemment ne peuvent émaner que d'une *Loi d'affinité*, qui agisse sur ces deux Courans opposés, au moment où l'Impulsion les met suffisamment & convenablement en contiguïté.

La Loi d'affinité, paroît donc avoir aussi une *influence très-réelle & très-certaine*, dans les Phénomenes électriques.

IV°. En admettant un double Courant simultané de matiere subtile, d'une même nature ou d'une nature différente, dans les Phénomenes électriques : nous

nous ne prétendons aucunement faire revivre l'hypothese & le systême de l'Abbé Nollet & de ses Partisans.

Si on peut donner le nom de théorie, à une Spéculation simplement conjecturale : notre théorie commence, comme on vient de le voir, là où celle de Nollet finit. Selon Nollet, l'Impulsion fait tout, dans les Phénomenes électriques : selon Nous, l'Impulsion se borne à mettre en mouvement le Fluide d'où doivent résulter les divers Phénomenes électriques ; & c'est de l'*Affinité*, que résultent ensuite ces divers Phénomenes.

Dans un Corps que l'on électrise positivement, le Courant de matiere affluente est plus grand & plus fort que le Courant de matiere effluente, pendant tout le tems de l'électrisation ; mais l'un & l'autre Courant y a réellement lieu ; & dispose le Corps qui subit l'électrisation, à produire les Phénomenes électriques qui en résulteront.

C'est d'après cette Idée générale du double Courant simultané de matiere subtile, que doit s'entendre tout ce qui nous reste à dire dans ce dernier Article, au sujet de l'Electricité & de ses Phénomenes.

1997. ASSERTION II. *Les Phénomenes électriques paroissent avoir pour cause, deux Courans simultanés d'une matiere très-subtile ; dont l'un jaillit hors du Corps électrisé, tandis que l'autre se précipite en même tems dans le même Corps électrisé : quelle que soit la nature de ces deux Courans simultanés.*

EXPLICATION: Supposer l'existence d'un Fluide ou de plusieurs Fluides invisibles, répandus autour des Corps & dans l'intérieur de leurs pores : c'est supposer un *Fait constaté* par mille & mille preuves expérimentales, un Fait que personne ne révoque en doute.

Pour vous former, quoiqu'imparfaitement, quelque idée de l'action du Fluide électrique dans les Corps électrisés : concevez un *Globe creux*, qui ait une foule de Tuyaux ouverts, aboutissans de sa surface à son axe ; & qui soit plongé à moitié, dans l'eau d'un Bassin. (*Fig.* 100).

I°. Quand ce Globe roulera rapidement sur son axe ; le Liquide qui sortira de ses tuyaux, sera divergent ; & le Liquide qui entrera dans ses tuyaux, sera convergent.

C'est l'image des deux Courans simultanés de matiere effluente & affluente dans les Corps électrisés ; tels qu'on les découvre dans l'expérience d'Hauxbée & dans une foule d'autres expériences. (1070 & 1096).

II°. Si ces Tuyaux sont flexibles & compressibles ; le frottement les resserrera ; & augmentera la vitesse & du Liquide qui en sort, & du Liquide qui s'y précipite pour remplacer celui qui s'en échappe. (636).

C'est l'image de l'effet que produit le Frottement sur les Corps abélectriques, ou sur les Corps électrisables par Frottement. Ce Frottement imprime un mouvement intestin à toutes les parties du Corps que l'on électrise ; & ce mouvement se communiquant au Fluide répandu dans les pores de ce corps, le fait jaillir d'une part avec plus de vitesse & plus d'abondance au dehors : tandis que de l'autre, il laisse au dedans de grands Vides, où se précipite incessamment le Fluide électrique répandu ou dans l'air ou dans les corps environnans.

III°. Si le Liquide qui sort avec impétuosité du sein des Tubes, trouve des corps qu'il puisse enfiler avec liberté ; il coulera par ces corps, comme par autant de canaux ; & s'il trouve des obstacles qui l'empêchent d'en sortir aisément, il s'y accumulera, jusqu'à ce qu'un excès de plénitude, l'en fasse jaillir avec impétuosité.

C'est l'image d'une Tringle ou d'un Tube de fer isolés AB, ou d'un Homme isolé IK ; dans lesquels s'entasse & s'accumule le Fluide électrique, qui n'y trouve pas des issues & des facilités pour s'en échapper. (*Fig.* 100).

IV°. Si au lieu de supposer le Globe dont nous parlons, à demi plongé dans l'eau ; on le suppose totalement plongé dans un Fluide qui puisse aisément s'élancer par *différens Canaux*, & hors du globe & dans le globe : on conçoit qu'il y aura en même tems un double Courant simultané, l'un à rayons divergens, qui s'élance du dedans au dehors ; l'autre à rayons convergens, qui coule du dehors au dedans du globe.

C'est l'image du double Mouvement qu'a le Fluide électrique, à l'égard du Corps électrisé : mouvement qui se rend sensible dans une foule d'expériences. (1070 & 1878).

V°. Si un *Corps léger* se trouve en prise à l'impulsion de ces deux Torrens opposés & simultanés, dont l'un convergent a une force toujours croissante, & dont l'autre divergent a une force toujours décroissante : on conçoit que ce corps léger doit être alternativement attiré & repoussé par le Fluide : attiré, quand l'impulsion du Fluide qui coule dans le corps électrisé, domine ; repoussé, quand l'impulsion du Fluide qui coule hors du Corps électrisé, devient supérieure.

Or, ce *dernier Fluide*, celui qui coule du dedans au dehors, a d'autant plus de force, qu'il est plus près du Corps électrisé : parce qu'il est d'autant moins divergent & d'autant plus dense, qu'il est moins éloigné du point de divergence. Le Corps attiré par le Fluide affluent, doit donc arriver à un point de proximité, où il sera repoussé.

VI°. Si le Fluide électrique est composé d'une ma-

tiere très-inflammable : le choc & l'affinité des deux Courans opposés qui se heurtent avec une inconcevable rapidité, fera jaillir & briller le Feu élémentaire qui se trouve combiné avec les substances hétérogenes de ce Fluide. Delà, les étincelles, les inflammations, les autres phénomenes ignés & lumineux, que présente l'électricité.

Ces *Phénomenes ignés & lumineux* ne produisent pas toujours une chaleur sensible ; & le Fluide qui les produit, paroît quelquefois plutôt frais que chaud : parce que ce Fluide trop raréfié n'a pas assez de force pour produire un degré de chaleur, égal à la chaleur animale.

VII°. Si le Fluide électrique étoit de même nature que la Lumiere, laquelle se meut avec une inconcevable vîtesse : ce Fluide pourroit dans un instant, se porter en torrent, par un vrai mouvement de translation, à une distance très-considérable. (695).

Delà, les Commotions sensiblement instantanées, que l'on éprouve aux bouts de deux Fils de fer, de plusieurs milliers de toises de longueur. (1079).

PARAGRAPHE SECOND.

DÉPENDANCES DE L'ÉLECTRICITÉ.

Il est plus que vraisemblable que l'Electricité joue le plus grand rôle dans toute la Nature qui nous environne ; par exemple, dans la végétation des Plantes & des Animaux, dans la réproduction des Substances animales & végétales, dans la formation & dans la dissipation de la plupart des Météores.

Nous nous bornerons ici à observer son influence & son action, dans le Tonnerre, dans quelques Tremblemens de terre, dans les Corps aimantés, dans certains Mouvemens animaux.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LE TONNERRE.

1098. ASSERTION I. *Le Fluide électrique, enfermé & mis en jeu dans un grand Nuage, paroît propre à produire les divers effets du Tonnerre.*

EXPLICATION. Soit un *grand Nuage R*, de plusieurs lieues de diametre, ou un grand amas de Vapeurs & d'Exhalaisons électrisables, auquel l'action des Vents ou la chaleur du Soleil ou quelque autre Cause physique ait communiqué un Mouvement intestin, capable de l'électriser. (*Fig.* 101 & 100).

I°. Ce Nuage, suspendu au milieu des airs, entre le Ciel & la Terre, sera en grand, ce qu'est en petit le Conducteur isolé & électrisé AB, ou l'Homme isolé & électrisé IK : il sera prêt à darder l'immense torrent de Feu électrique dont il est surchargé, sur le premier Corps abélectrique qui l'approchera ; par exemple, sur un rocher, sur un château, sur un autre Nuage non électrisé.

Un immense Torrent de matiere électrique, jaillira du Nuage électrisé, dans tout Corps électrisable par communication, qui se trouvera dans sa sphere d'activité. Delà, l'Inflammation lumineuse, ou l'*Eclair ;* le Pétillement, ou le *bruit du Tonnerre ;* la Commotion, ou le *coup de Foudre*, qui ébranle & quelquefois détruit ou décompose le Corps qui le reçoit.

II°. Si ce même Nuage, roulant sans cesse ou fermentant sans cesse dans les airs, rencontre un autre Nuage non électrisé, & placé au-dessous de lui : on verra son feu, se précipiter de haut en bas.

Si au contraire le Nuage électrisé se trouve placé au-dessous du Nuage non électrisé : le feu du nuage électrisé, se déchargera de bas en haut.

C'est ainsi que l'on voit *la Foudre*, s'élancer tantôt de haut en bas ; tantôt de bas en haut.

III°. Si *deux Nuages électrisés* se trouvent portés par les Vents l'un contre l'autre : au lieu de s'attirer, ils se repousseront réciproquement.

Si un *troisieme Nuage non électrisé* vient à se présenter à l'un des deux : le Nuage électrisé le plus prochain lui lance son coup d'électricité, & cesse d'être électrisé.

Le Nuage qui vient de se décharger de son électricité, prête le flanc à l'*autre Nuage électrisé* ; qui décharge à l'instant sur lui son coup électrique ; & l'on entend subitement un second coup de Tonnerre.

IV°. Si un *grand Nuage*, trop peu électrisé pour avoir des éruptions spontanées, ne rencontre dans sa route & dans son voisinage, aucun corps capable de soutirer subitement & tout à coup son feu électrique : ce *Feu électrique* se dissipe peu à peu & insensiblement, sans éclat & sans commotion, à mesure que la cause de l'électricité cesse : comme le Conducteur isolé AB, ou l'Homme isolé IK, cessent d'être électrisés, quelque tems après que le Globe électrisant VD a cessé de continuer à les électriser.

V°. Si le Nuage électrisé se trouve assez près de la Terre ou de la Mer, pour y répandre insensiblement & sans aucune éruption subite, le *Feu électrique* dont il est surchargé : les Corps terrestres, les plus élevés & les plus voisins du Nuage, sur-tout s'ils sont terminés en pointe & formés de substances métalliques, soutireront peu à peu ce Feu électrique ; que l'on verra briller dans un tems obscur, sur les girouettes des Vaisseaux & des Edifices, où il se précipite en petits torrens convergens, qui y forment des Aigrettes lumineuses.

Delà, *ces Feux* que l'on apperçoit si souvent sur Mer, au sommet des mâts, dans un tems d'orage & de tonnerre.

VI°. Si le Nuage électrisé, décharge subitement son

feu sur quelque *Veine métallique* qui aboutisse à une grande profondeur dans le sein de la Terre : le Fluide électrique, qui enfile toujours de préférence les Métaux, ira porter sa commotion & faire son explosion, à l'extrémité de cette veine métallique.

Delà vraisemblablement, la *Cause de certains tremblemens de Terre* : qui ne devront leurs ravages, s'ils ne sont pas aidés par les autres Causes physiques dont nous avons parlé ailleurs, qu'à un *déluge de Feu électrique*, formant son explosion dans les entrailles de la Terre. (844).

1099. ASSERTION II. *Si on considere les grands effets du Tonnerre, on les trouvera tous en petit, dans nos Expériences électriques.*

EXPLICATION. I°. Le coup de la Matiere fulminante, ou le coup de Tonnerre, ébranle, divise, tue, brûle.

Le coup de la Matiere électrique, ou le coup d'Electricité, opere les mêmes effets : comme le démontrent les différentes expériences que nous avons précédemment fait connoître.

II°. La Matiere fulminante affecte & enfile de préférence certaines substances, par exemple, l'Eau & les Métaux, dont elle suit les replis & les sinuosités : sans affecter de même, les autres Corps contigus.

La Matiere électrique suit la même marche & étale les mêmes phénomenes, dans une foule d'expériences. Par exemple, si on électrise un Livre, dont la couverture ait des *Filets d'or* : on voit le Fluide électrique étinceler sur cette dorure, sans étinceler de même sur le reste de la couverture.

III°. La Matiere fulminante fond & quelquefois calcine les Métaux.

La Matiere électrique, dardée sur des feuilles & des fils d'or ou d'argent ou de cuivre, y produit une

fusion & une calcination complette : sur-tout quand on anime son action par la Bouteille de Leyde ou par une Batterie électrique. (1077 & 1084).

IV°. Le Tonnerre, ou la Matiere fulminante, laisse une odeur sulfureuse, capable d'étouffer les êtres vivants, dans les lieux qui en ont été frappés.

L'Electricité, ou la Matiere électrique, donne une semblable odeur dans un appartement ou ses explosions se font avec une force considérable. (1087).

V°. Le coup fulminant du Tonnerre, donne, ou ôte, ou change le Magnétisme.

Le coup fulminant de l'Electricité, opere & produit les mêmes effets. (1083).

VI°. La Matiere fulminante, en faisant son éruption, imprime aux Molécules aérienes un *grand Frémissement* ; d'où résulte un éclat ou un bruit épouvantable. (753).

La Matiere électrique, en jaillissant du Corps électrisé dans un autre corps, imprime également aux Molécules aérienes, un Frémissement très-réel ; d'où résulte un pétillement, un éclat, un bruit plus ou moins fort, plus ou moins sensible. Ces deux effets ne different que du plus au moins.

VII°. La Matiere fulminante, quand elle fait son explosion dans un Corps qu'elle a divisé ou calciné, en darde quelquefois avec violence, des éclats ou des parties solides, que le Préjugé fait descendre de la région des Nues, & que le Vulgaire appelle *carreaux du Tonnerre.*

De même, la Matiere électrique, quand elle fait son explosion dans un tas de poussiere ou de limaille de fer, s'arme de ces substances, qu'elle dissipe avec violence ; & qu'elle paroît quelquefois dénaturer en leur imprimant une couleur & une odeur qu'elles n'avoient point, avant d'avoir essuyé le coup électrique.

VIII°. L'analogie entre le Tonnerre & l'Electricité, est trop sensible & trop marquée, pour nous laisser méconnoître l'identité de leur Origine & de leur Principe.

Le plus redoutable des Météores, se montre en grand dans les mains de la Nature, ce que les Phénomenes électriques sont en petit entre nos mains. Ces Merveilles qui nous amusent autour de nos Machines électriques, ne sont que de petites imitations de ces grands Effets par où nous effraie l'Electricité céleste. C'est de part & d'autre le même mécanisme physique, avec la seule différence du plus au moins.

En un mot, *la Matiere fulminante & la Matiere électrique ne sont qu'un même Fluide, plus puissant dans les mains de la Nature, plus foible dans les nôtres :* ainsi que le fait suffisamment voir & sentir, ce que nous venons d'observer & d'expliquer, & dans cette derniere Assertion, & dans l'Assertion précédente.

L'ÉLECTRICITÉ, DANS CERTAINS MÉTÉORES IGNÉS.

1100 OBSERVATION. De l'Electricité naturelle, ou du Fluide électrique mis en jeu & en action par la Nature elle-même, dérive & résulte, dans le Ciel & sur la Terre, l'origine d'un grand nombre de Phénomenes ignés & lumineux; dont l'explication se sentira toujours des ténebres qui voilent en grande partie leur Cause ou leur Principe.

Par exemple, delà l'origine de ces *Globes de feu*, que l'on voit quelquefois se former & briller paisiblement dans une même portion de l'Atmosphere; & quelquefois se mouvoir & se transporter subitement d'un lieu en un autre, dans cette même Atmosphere, avec une vitesse supérieure à celle d'aucun Ouragan; tels que celui dont nous fûmes spectateurs à Paris en l'année 1771, & dont on peut voir

le détail historique dans la Gazette de France du 26 Juillet de la même année.

I°, Qu'une assez grande quantité de Vapeurs & d'Exhalaisons, réunies en un volume sensiblement sphérique, dans un tems où l'Atmosphere est plus ou moins prochainement disposée à enfanter le Tonnerre & la Foudre, fermentent & s'électrisent dans la haute région de l'Air : en telle sorte que des Aigrettes lumineuses jaillissent de toute part du sein de cet amas de vapeurs & d'exhalaisons ainsi fermentantes & ainsi électrisées : ce sera un *Globe de feu*, plus ou moins grand, plus ou moins éclatant.

Si l'Atmosphere est paisible & tranquille : ce Globe de feu se soutiendra dans le lieu de l'Atmosphere où les Loix de l'Equilibre, ont placé les Vapeurs & les Exhalaisons qui le forment ; & il s'y montrera avec plus ou moins d'éclat, jusqu'à ce que la fermentation ou l'électrisation des substances qui le constituent, ait cessé ; ou jusqu'à ce que le Fluide électrique se soit insensiblement & peu à peu dissipé : comme il arrive à tous les Corps qui ont subi une forte électrisation ; & qui perdent à la fin leur Fluide électrique surabondant, quand la cause qui les électrisoit, cesse d'agir sur eux.

Si quelque Vent impétueux déplace & transporte la portion de l'Atmosphere, où se trouve placé le Globe de feu ; ce Globe pourra suivre le mouvement du *Courant aérien* qui l'emporte : c'est-à-dire, que ce Globe pourra se mouvoir avec une vîtesse qui lui fasse parcourir au plus dix ou onze toises par seconde : puisque les plus violens Ouragans que l'on ait jamais observés, n'ont pas une vîtesse plus grande. (841).

II°. Mais comment & par quel mécanisme physique, ce *Globe de feu*, ou cet Amas de Vapeurs & d'Exhalaisons électrisées & lumineuses, se transpor-

tera-t-il en trois ou quatre Secondes de tems, à plusieurs milliers de toises, sans perdre sa forme de Globe, & dans un tems où l'Atmosphere est d'ailleurs paisible & tranquille en apparence : comme il arriva au *Globe de feu de l'année* 1771 ?

Nous n'avons encore vu *aucune Explication satisfaisante de cette Particularité* ; qui est précisément ce qu'il y a de plus frappant & de plus remarquable dans ce Phénomene de 1771. Celle que nous allons donner, le sera-t-elle davantage ? La voici. (*Fig.* 100).

Les Expériences électriques nous apprennent, *en premier lieu*, que, quand on conduit le Fluide électrique, du Globe électrisant à la Tringle de fer à électriser, par le moyen d'une *Chaîne métallique*, formée d'anneaux circulaires : on voit le Fluide électrique s'élancer & sauter rapidement d'un chaînon à l'autre, en pétillant & en étincelant sans cesse dans ce transport. (1072).

Que l'on conçoive dans l'Atmosphere, d'espace en espace, de *grands Amas annulaires* de vapeurs & d'exhalaisons, ainsi formés ou par hasard ou par l'action de quelque Tourbillon aérien. (798).

Le *Globe de feu électrique*, par le moyen de ces Amas annulaires de vapeurs & d'exhalaisons, qui feront ici la fonction de *Conducteurs*, se précipitera de l'un dans l'autre, du premier jusqu'au dernier, avec une prodigieuse rapidité ; & à cause de sa hauteur & de son éclat, il pourra être apperçu & suivi dans son mouvement, à de très-grandes distances ; & être pris par l'Ignorance, ou pour une vraie Etoile, qui tombe du Ciel & qui se détruit ; ou pour quelque Comete sublunaire, qui vient répandre ses malignes influences sur la Terre.

Il n'y a pas plus de difficulté à concevoir le mouvement d'un *Globe de feu*, d'un ou deux pieds ou d'une ou deux toises de diametre, au travers des

Amas annulaires de vapeurs & d'exhalaiſons que nous venons de ſuppoſer ; que de concevoir le mouvement d'un petit Globe de feu, d'une ligne ou d'un quart de ligne de diametre, au travers des anneaux d'une chaîne métallique : puiſqu'il eſt démontré par les Découvertes modernes, que les Nuages, viſibles ou inviſibles, peuvent ſervir de Conducteur au Fluide électrique que met en jeu l'Electricité naturelle; ainſi qu'une Chaîne métallique peut ſervir de Conducteur au Fluide électrique, mis en jeu par l'Electricité artificielle.

Les Expériences électriques nous apprennent, *en ſecond lieu*, que ſi un Corps électriſé vient à toucher un long Ruban, parſemé de petites fleurs en or dans toute ſa longueur ; on voit de toute part étinceler au loin ce Ruban : comme ſi le Fluide électrique ſe portoit en torrens continus d'un feu étincelant, d'eſpace en eſpace, dans toute la longueur du ruban.

Que l'on conçoive donc dans l'Atmoſphere, une longue ſuite de Couches à peu près ſphériques de Vapeurs & d'Exhalaiſons, ſéparées les unes des autres par de très-petits intervalles ; & dont l'une, la premiere du rang, par exemple, vienne à s'électriſer naturellement : quelque inconnue que ſoit la la cauſe & la maniere de cette électriſation !

La *premiere Couche ſphérique*, ainſi électriſée, vient-elle à s'approcher ſuffiſamment de la ſeconde ? Elle lui darde ſon *Feu électrique* : celle-ci le darde à la troiſieme ; la troiſieme, à la quatrieme ; la quatrieme, à la cinquieme ; & ainſi de ſuite : de ſorte qu'en un tems très-court, la continuité de volumineuſes *Etincelles électriques*, nées du choc des Courans électriques que ſe dardent réciproquement les Amas de vapeurs & d'exhalaiſons qui perdent & qui acquierent l'électricité, paroîtra comme un Globe de feu,

qui se meut, avec un mouvement continu & très-rapide, de la premiere à la derniere Couche.

L'ÉLECTRICITÉ, DANS LES LARMES BATAVIQUES.

1100. II°. OBSERVATION. De la même Cause physique ou de l'Electricité naturelle, paroît dériver & résulter aussi, du moins en grande partie, le *merveilleux phenomene des Larmes bataviques*.

I°. Les Larmes bataviques sont de petites portions de verre ordinaire, que l'on tire du Vase où la Matiere vitrifiée est en fusion, avec l'extrémité d'un Tuyau de fer dont on se sert dans les Verreries.

On laisse tomber quelques Gouttes de cette Matiere vitrifiée, dans son état de fusion & d'incandescence, dans un Vase où il y a de l'eau froide; & on les y laisse se refroidir. Là elles prennent une forme assez semblable à celle d'une Larme; & on les nomme communément Larmes bataviques, parce qu'elles ont été primitivement faites en Hollande. Elles sont composées d'un *Corps assez gros & rond*, qui se termine par un tuyau très-mince & hermétiquement fermé. (*Fig.* 102).

II°. On fait avec ces Larmes XZ, une expérience fort singuliere, & dont l'explication reste encore à donner. Quoique le Corps rond ou conique X de cette Larme, ait assez de solidité pour résister à quelques petits coups de marteau: aussi-tôt qu'on en casse l'extrémité Z, toute la Larme éclate & se met en pieces avec un grand bruit; & quelques morceaux en sont même réduits en poussiere.

En vain a-t-on recours à l'*action de l'Air*, pour rendre raison de ce Phénomene. Quand la Larme se refroidit & devient dure, a-t-on dit: il reste au centre de cette Larme, un peu d'air extrêmement raréfié par la chaleur; & on voit en effet les bulles

de cet Air, renfermées au-dedans de la Larme de verre, avant qu'elle tombe dans l'eau froide : de sorte que l'intérieur de cette Larme, depuis le bout jusqu'au fond, est creux & rempli d'un Air incomparablement moins dense que l'air extérieur.

Or, ajoute-t-on, quand on vient à rompre le bout très-mince du Tuyau qui termine la Larme de verre : on ouvre un passage à l'Air extérieur, qui ne trouvant point de résistance dans l'intérieur de la Larme de verre, s'y jette avec une violente impétuosité; & par cet effort, la brise & la met en poussiere. (713).

Telle est la moins mauvaise explication que l'on ait encore donnée de ce Phénomene ; explication du moins insuffisante : puisque les Larmes bataviques se cassent aussi & à peu près de la même maniere, dans le Vide ; où aucun air ne peut s'introduire avec impétuosité dans leur capacité, au moment où l'on en casse l'extrémité dans une Machine dont on a bien pompé l'Air. L'action de l'Air, n'est donc ni la seule ni la principale cause de ce Phénomene.

III°. Le *phénomene des Larmes bataviques*, a trop d'analogie & de ressemblance avec la plupart des Phénomenes de l'électricité artificielle ou naturelle, pour dériver d'une Cause différente.

C'est en petit, le Tonnerre qui fait son explosion fulminante au sein d'un Corps fragile ; & le met en poudre avec un bruit violent. C'est plus en grand, la commotion & le pétillement que produit un Globe de verre fortement électrisé : quand son Fluide, en s'échappant au-dehors, est heurté par le choc d'un autre Fluide qui s'y précipite.

Que l'on conçoive donc une quantité considérable de Matiere électrique ou de Matiere fulminante, actuellement électrisée ou prochainement disposée à l'électricité, renfermée avec surabondance & dans la

capacité & dans les pores de cette *Goutte de Verre fluide*, au moment où elle tombe dans l'eau froide.

Si le Verre en général, est imperméable à la Matiere électrique, comme le prétend Franklin; ou si tel Verre, ainsi subitement refroidi dans l'eau, acquiert cette imperméabilité, ce qui n'est pas absolument impossible; ou si la Matiere électrique & fulminante, modifiée par les différentes substances qu'elle peut s'unir & dans le feu & dans l'eau, acquiert une masse & une figure qui la mette hors d'état de passer à-travers les pores du Verre où passe le Fluide électrique ordinaire, ce qui peut encore évidemment avoir lieu : il y aura dans la *capacité de cette Larme de verre*, une surabondante quantité de matiere électrique ou de matiere fulminante, électrisée ou prochainement disposée à l'électricité; & qui ne pourra point s'échapper au-dehors, tant que la Larme restera entiere & sans fracture.

Mais au moment où l'on cassera l'extrémité Z du petit Tuyau, soit dans le Vide, soit hors du Vide : la Matiere électrique ou fulminante, auparavant isolée & sans action dans la Larme de verre, acquerra une libre communication avec le Fluide électrique extérieur. Elle s'élancera avec violence contre le Fluide extérieur, lequel s'élancera contre elle avec la même violence; & du *choc ou de l'effervescence de ces Fluides*, résultera une violente impulsion ou une violente réaction, propre à diviser & à mettre en poussiere toutes les parties de la Larme de verre : impulsion & réaction assez semblables à celles qui caractérisent toutes les expériences électriques; & que l'on ne peut faire bien connoître qu'à ceux qui les ont réellement éprouvées & senties.

IV°. L'explication que nous donnons ici au sujet des *Larmes bataviques*, & l'explication que nous venons de donner au sujet des *Globes de feu*, sont comme

presque toutes les explications qui ont pour objet l'Electricité artificielle ou naturelle, un mélange de lumiere & de ténebres : de lumiere, en ce qu'elles montrent assez sensiblement la Cause physique des Phénomenes à expliquer ; de ténebres, en ce qu'elles ne montrent que très-imparfaitement le jeu, l'action, le mécanisme physique de cette Cause, très-connue dans ses effets, très-inconnue dans sa nature.

L'ÉLECTRICITÉ, DANS L'AIMANT.

1101. OBSERVATION. L'*Aimant* est une espece de Pierre, qui a la vertu singuliere d'*attirer le fer & le fer seul*. Car l'Acier qu'elle attire aussi, n'est qu'un fer préparé par le mélange de quelques matieres étrangeres que l'on y a incorporées, & qui ne détruisent point sa nature primitive. (575).

Nous avons déjà fait connoître ailleurs les *cinq principales Propriétés de l'Aimant* (592) : sans nous attacher alors à chercher l'origine & la cause de ses merveilleux phénomenes. Les plus habiles Physiciens du siecle précédent & de celui-ci, ont presque tous donné une partie de leur tems à cette étude, à cette recherche. Mais à quoi ont abouti les efforts de l'esprit humain en ce genre ? A nous apprendre quelques particularités de plus, dans les *phénomenes du Magnétisme ;* & à nous mettre à portée de deviner en général, la *vraie cause du Magnétisme.*

I°. Les expériences & les observations de ces derniers tems, nous ont appris, que les *vieux fers, qui ont été long-tems exposés aux injures de l'air sur des Edifices élevés, sont souvent aimantés, & quelquefois convertis en un véritable Aimant.*

Cette Observation, qui parut si surprenante en 1691, cesse de l'être : dès que l'on sait que la matiere du Tonnerre & la matiere de l'Electricité, sont

la

la même matiere ; & que le Magnétisme n'est qu'un effet de la Matiere électrique. (1083).

On conçoit que ces Bâtimens, fort anciens & fort élevés, ont dû être exposés mille & mille fois à des *Nuages électrisés* ; & que la Matiere électrique de ces Nuages, plus puissamment & plus efficacement attirée par le fer que par les pierres & par les autres matériaux, a dû plus d'une fois, en couvant ou en dardant la Foudre, se porter en torrent dans *ces vieux Fers* ; & y produire une impression propre ou à les aimanter simplement, sans détruire leur nature métallique : ou à les convertir en vraies pierres d'Aimant, en décomposant leurs principes & en leur faisant perdre leur nature métallique. (1074).

Il est même assez vraisemblable que l'*Aimant lui-même*, dans ses Mines, n'est qu'un Fer dénaturé par un violent coup de Tonnerre, ou par quelque grand écoulement de matiere électrique. Une Veine métallique, répandue depuis la surface de la Terre jusqu'au sein d'une Mine, peut aisément y conduire un grand écoulement de Feu céleste ou de Matiere fulminante. Le Coup fulminant de ce déluge de Matiere électrique, dénaturera & transformera en un vrai Aimant, la masse de fer qui en sera spécialement affectée. (1091).

II°. Les expériences & les observations de ces derniers tems, nous ont appris encore, que *la plupart des Instrumens de fer, des outils d'acier, s'aimantent naturellement par le choc ou par le frottement de leurs parties.*

Les Giselets, les Poinçons, les Forets, qu'emploient les ouvriers pour couper & pour percer le fer à froid, enlevent & s'attachent la limaille de fer, par leurs pointes & par leurs tranchans.

Les Pelles & les Pincettes, que l'on a coutume de tenir de bout, & de mettre toujours assez rudement dans cette situation, donnent assez souvent des signes de Magnétisme. Elles attirent le fer : elles ont

des poles marqués ; & souvent il ne leur faut qu'une nouvélle secousse, par exemple, un coup de marteau, pour changer leur pole nord en pole sud.

III°. Les expériences & les observations de ces derniers tems, nous ont appris aussi, qu'*un Aimant naturel ou artificiel enleve une plus grande quantité de fer, lorsque ce fer est posé sur une enclume, que s'il étoit posé sur du bois ou sur de la pierre.*

Si l'enclume qui sert de support, est plus grosse, l'aimant en paroît plus puissant : ce qui paroît indiquer que le tourbillon de matiere magnétique, qui produit l'attraction réciproque entre le fer & l'aimant, devient plus abondant par le voisinage d'une grosse masse de fer.

IV°. Les expériences & les observations de ces derniers tems, nous ont encore appris, que *les cendres de plusieurs Végétaux, & une foule d'autres substances calcinées, obéissent à la Vertu magnétique, ainsi que le Fer.*

Ce qui prouve, comme l'observent Messieurs Muschembroek, Lémery & Nollet, non que l'Aimant attire des substances différentes du fer ; mais simplement que ces cendres & ces substances qui sympatisent avec l'Aimant, contiennent quelques portions de fer caché ou développé : soit que ce Fer se trouvât en nature dans les substances qui ont été calcinées ou qui ont concouru à la calcination ; soit qu'il n'y fût que dans un état de chaux ou de cendre, que l'action du feu & le mélange de quelques matieres grasses auront revivifiée & rendue à sa nature métallique. (599 & 1643).

V°. Les expériences & les observations de ces derniers tems, nous ont de même appris, que *la direction & l'inclinaison de l'Aiguille aimantée, sont sujettes à de très-grandes variations : quand on passe d'une Contrée en une autre.* (592).

Parmi une infinité de preuves que nous pourrions en apporter, nous nous bornerons à une ſeule. Dans la Relation de ſon Voyage au Pérou, M. Bouguer nous apprend qu'en 1742, à Quito, à dix ou douze minutes de Latitude auſtrale, l'Aiguille aimantée *s'inclinoit au-deſſous de l'horiſon vers le Pole Nord*, d'environ dix degrés; & que cette même Aiguille au même endroit, *déclinoit vers le Nord Eſt*, d'environ huit ſecondes & demie : tandis qu'en France elle déclinoit déjà vers le Nord-Oueſt dans le même tems, d'environ quatorze degrés.

» Elle étoit à la Plata de la même quantité qu'à » Quito, l'année ſuivante au mois de Juillet, dit le » même Auteur; & quatre mois après, je la trouvai « à Sainte-Marthe, de ſix degrés trente-cinq minu» tes, toujours vers le Nord-Eſt. Il me falloit l'obſer» ver en chemin : parce qu'elle étoit ſujette à diverſes » irrégularités.

» Je trouvois ſouvent des *quartiers de Rochers*, qui » étoient répandus ſur la ſurface de la Terre. Ces » Rochers étoient noirs extérieurement : ils paroiſ» ſoient avoir été expoſés à l'action du feu; & je » croirois volontiers qu'ils avoient été lancés par » l'exploſion de quelques Volcans. Je ne puis mieux » les comparer qu'à des Maſſes d'argile, qui ſe ſe» roient fendues & gercées au Soleil; & qui ſe» roient enſuite converties en pierres. L'*Aimant* avoit » des directions toutes différentes, dans ces endroits : » il ſuffiſoit de faire cinq à ſix pas, pour voir l'Aiguille » aimantée changer de direction, quelquefois de trente » degrés ».

IV°. Les expériences & les obſervations de ces derniers tems, nous ont appris enfin, que *le Fluide électrique, que met en jeu & en action ou l'Electricité artificielle ou l'Electricité naturelle, eſt la cauſe phyſique du Magnétiſme dans le Fer aimanté* : puiſque le Fluide

électrique, qu'anime l'Electricité artificielle, donne la Vertu magnétique à un fer qui ne l'avoit point (1083); & que le Fluide électrique, qu'anime & met en jeu l'Electricité naturelle, produit le même effet dans les morceaux de fer qui ont été long-tems exposés à son action sur des bâtimens fort élevés.

VII°. Mais aucune expérience, aucune observation, ancienne ou moderne, ne nous a encore mis à portée de deviner ou de soupçonner *quelle est la Cause immédiate des Phénomenes du Magnétisme, dans la Pierre d'aimant ou dans le Fer aimanté :* par exemple, pourquoi la Pierre d'aimant a deux Poles, au lieu de trois ou de quatre; pourquoi l'un de ces Poles se dirige vers le Nord, au lieu de se diriger vers le Midi; pourquoi l'Aimant ou un Fer aimanté attire le Fer, sans attirer de même l'or, l'argent, le plomb, le marbre, le bois, les substances animales & végétales, & ainsi du reste.

1101. II°. REMARQUE. Il est plus que vraisemblable que les phénomenes ou les effets du Magnétisme, sont produits par un *Courant de matiere très-subtile & très-active*, qui presse le Fer contre l'Aimant & l'Aimant contre le Fer par une vraie impulsion : soit que cette matiere soit généralement répandue autour de tous les Corps terrestres; soit qu'elle n'existe qu'autour de l'Aimant & du Fer.

Mais qu'est-ce que cette Matiere? Est-ce le Fluide électrique ordinaire; c'est-à-dire, celui qui produit les phénomenes de l'Electricité artificielle ou naturelle? Non : puisque ce Fluide agit sur toutes les especes de Corps, & indifféremment selon toute direction; & que d'ailleurs son action se manifeste presque toujours par des attractions & par des répulsions simultanées, qui n'ont qu'une existence momentanée, & qui ne peuvent ressembler en rien à

la Cause qui donne au Fer une tendance permanente vers l'Aimant.

I°. Pour rendre raison des phénomenes du Magnétisme, ou des effets que produit un Aimant naturel ou un Fer aimanté : Descartes pensa que le Globe terrestre est en grand, ce qu'une Pierre d'aimant est en petit : que ce Globe a *deux Poles magnétiques*, différens des deux Poles terrestres, l'un du côté du nord & l'autre du côté du midi ; & que d'un Pole magnétique à l'autre, circule persévéramment sur la surface & dans l'intérieur de la Terre, un *grand Torrent* de matiere très-rapide & très-active : que le Fer & l'Aimant étant les seuls corps dont les pores soient disposés à recevoir intérieurement cette matiere, elle les pénetre & les dirige selon son courant, par-tout où elle les rencontre : que les *pores du Fer & de l'Aimant* étant supposés en lignes circulaires, comme les circonférences qui aboutiroient aux deux Poles magnétiques de la Terre, & telle qu'est la direction du Courant qui circule autour de ces poles ; le Courant rentre dans les pores du Fer & de l'Aimant après en être sorti, & forme autour de ces deux corps une *Atmosphere tourbillonnante* qui a plus ou moins d'étendue & de force, selon les dispositions plus ou moins favorables de ces deux corps :

Que l'*Or* & le *Marbre*, par exemple, n'ont point autour d'eux d'Atmosphere tourbillonnante, propre à s'attirer réciproquement ; ou parce qu'ils n'ont pas des Pores propres à donner passage au Courant magnétique ; ou parce que ces pores, en donnant passage en tout sens également au courant qui les atteint, ne le ramenent pas sur lui-même, & ne lui donnent pas une direction propre à le porter du marbre dans l'or & de l'or dans le marbre.

II°. Cette hypothese de Descartes, qui se présente d'abord sous un jour assez philosophique, n'est au

ferd qu'une *brillante Chimere*, qui s'évanoüit devant le flambeau de la réflexion. Car, en adoptant même la fabuleuse existence de ce Torrent que l'on suppose circuler persévéramment autour de la Terre, & telle espece quelconque de Pores que l'on voudra dans le Fer & dans l'Aimant : que résultera-t-il de cette hypothese? Aucun des Phénomenes magnétiques. Bornons-nous à l'examen du seul *phénomene de la Direction*, qui paroît le mieux cadrer avec l'action du Courant imaginé par Descartes.

» Qu'arriveroit-il, dit le judicieux Abbé Nollet ; » si je plaçois dans la Riviere, une *Piece de bois*, ar- » rêtée & suspendue en équilibre par le milieu de sa » longueur ? Si cette piece de bois étoit percée d'un » bout à l'autre ; & qu'elle se trouvât d'abord alignée » selon le *Fil de l'eau :* je conçois bien qu'elle pour- » roit garder cette direction, à la faveur du Fluide » qui l'enfileroit.

» Mais si je la plaçois en travers du Courant ; & que » le centre de son mouvement, fût à égale distance » de ses deux bouts ; je ne vois pas qu'elle dût chan- » ger de position sans quelque accident. Car le Cou- » rant ne l'enfileroit plus : puisque, par la suppo- » sition, le Tuyau feroit des angles droits avec le fil » de la riviere ».

Il est clair que les deux mêmes phénomenes auroient lieu : si cette Piece de bois avoit intérieurement des canaux ou des ouvertures circulaires, qui partissent d'un pole & aboutissent à un autre pole pris dans une masse plus ou moins grande. Quand la ligne des deux poles, seroit *parallele au Courant :* l'eau passeroit à travers les canaux circulaires de part & d'autre, sans changer la premiere position. Quand la ligne des deux poles, seroit *perpendiculaire au Courant :* l'eau agiroit avec une égale force de part & d'autre, & son action seroit nulle.

Il est clair encore que la figure quelconque de ces Canaux, que l'on pourra supposer arbitrairement en forme de cylindre, de spire, de vis, d'écrou, lisses & polis dans leur capacité, ou revêtus intérieurement de filamens inclinés & couchés les uns sur les autres, dans le même sens ou dans un sens différent, ne change rien à la supposition présente, s'ils sont accessibles au Courant de l'eau ; & que s'ils sont inaccessibles à ce Courant, le Corps qu'ils enfilent en un sens & sous une forme quelconque, se trouve précisément dans le cas de la supposition suivante où ils ne produisent aucun effet.

» Supposons maintenant, continue le même Auteur, » que cette *Piece de bois* ne soit point percée ; qu'elle » soit impénétrable à l'eau. Il est certain que si sa » longueur se trouve parallele à la direction du Cou» rant : l'eau qui coule de toute part le long de sa » surface, lui fera constamment garder cette posi» tion, ou qu'elle la lui fera prendre même dans tous » les cas ; excepté celui où la Piece de bois, posée en » travers de la riviere, recevroit de part & d'autre, » du centre de son mouvement, des impulsions égales » de la part du Courant.

» Conséquemment à ces Principes, qui sont incon» testables ; si l'*Aiguille aimantée* se dirige du nord au » sud, parce qu'un torrent de matiere l'enfile selon » cette direction ; il semble qu'en la plaçant de ma» niere que ses pointes regardassent l'est & l'ouest, » on devroit la mettre hors d'état de s'aligner suivant » la direction naturelle de la Matiere magnétique : » comme le Tuyau que l'on placeroit en travers de la » Riviere, y demeureroit en équilibre, n'étant plus » enfilé par le Courant. Cependant on sait que cela » n'arrive jamais. L'Aimant se dirige constamment » vers le nord & vers le sud : quelque position qu'on » affecte de lui faire prendre.

» Il suit encore de notre comparaison, ajoute le » même Auteur, que la Matiere qui va d'un pole à » l'autre de la Terre, devroit diriger une *Aiguille de » cuivre ou d'argent*, de même qu'elle dirige celle de » fer ou d'acier. Car, si son action se fait sentir sur » ce dernier métal, parce qu'elle le pénetre facile- » ment, comme on le dit : il semble qu'elle devroit » aussi mouvoir les autres, parce qu'elle ne les péne- » tre pas de même.

» Est-il nécessaire que le Vent pénetre dans l'inté- » rieur d'une Girouette, pour la faire tourner, & la » contenir dans la direction qu'elle a ? Ne suffit-il pas » qu'il se coule le long d'elle, de part & d'autre ? » En un mot, si la Matiere magnétique n'enfile que » du Fer aimanté ; l'*Aiguille de cuivre*, paroît être » dans le cas de notre Piece de bois, qui ne seroit » point percée ; & qui ne seroit pas moins capable » de se diriger suivant le fil de l'eau ».

III°. De tout ce que nous venons d'observer ici, & de tout ce que nous avons observé ailleurs, sur l'Aimant ; il résulte que *la Cause immédiate des phénomenes du Magnétisme, reste encore à connoître.*

Cette Cause est l'impulsion d'une matiere très-subtile, qui passe & agit librement à travers les Corps les plus compactes ; mais qu'est-ce que cette matiere, & comment agit-elle ? Pourquoi a-t-elle prise sur le Fer ; sans avoir prise sur l'or, sur le cuivre, sur aucune autre substance ? Pourquoi donne-t-elle au *Fer aimanté*, une direction vers le nord & vers le sud ; plutôt que vers l'orient & vers le couchant ? Pourquoi cette direction, au lieu d'être fixe & constante, du moins dans un même endroit, à Paris, par exemple, y varie-t-elle sensiblement & assez régulierement, d'une année à l'autre ? Pourquoi ne donne-t-elle pas au Fer aimanté, la même direction au Pérou, qu'en Europe ? Pourquoi cette direc-

tion change-t-elle immensément dans une même Contrée, quand le fer aimanté passe d'un lieu en un autre lieu très-peu éloigné? C'est ce que l'on ignore encore, & ce que vraisemblablement on ignorera toujours.

Tout ce que les plus profonds Physiciens, les plus clair-voyans Naturalistes, ont imaginé d'hypotheses & de systêmes sur cet objet, depuis deux siecles, n'a abouti qu'à faire voir combien impénétrable est le voile de la Nature en ce genre.

IV°. Mais si la Cause immédiate des Phénomenes du Magnétisme, nous est cachée en plein: les effets de cette Cause, nous sont assez bien connus, pour que l'Art puisse les convertir en utilité & en amusement.

Par le moyen & sous la direction d'une *Aiguille aimantée*, soutenue en équilibre sur un petit Pivot convenable, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, le Pilote tient une route certaine au sein des Mers. Et quand toutes les lumieres qu'il peut emprunter du Ciel ou de la Terre, l'abandonnent & lui manquent: il trouve dans l'inspection de cette Aiguille, une lumiere assurée, qui lui apprend comment il doit diriger & conduire son Vaisseau sur l'immense abîme des Mers. (592 & 595).

Par le moyen d'un Aimant ou d'un Fer aimanté, caché & employé avec adresse, un Artiste peut opérer une infinité de phénomenes différens: qui paroîtront tout autant de prodiges, à quiconque n'en soupçonneroit pas la cause.

Par exemple, on a vu des *Horloges de chambre*, qui n'avoient point d'autre aiguille pour marquer les heures, qu'une petite Mouche d'acier poli & devenu bleu, que rien ne fixoit au cadran. Sur une feuille de laiton fort mince & fort unie, qui faisoit le fond du cadran, glissoit cette *Mouche mobile*, attirée par

un Aimant qui tournoit par derriere ; & dont elle n'étoit séparée que par la feuille mince de laiton sur laquelle on la voyoit glisser & faire sa révolution, vis-à-vis des heures.

On a vu certains *petits Automates*, sous la forme de Serein ou de Rossignol, posés sur un petit Bassin plein d'eau, tantôt s'approcher & tantôt s'éloigner d'une baguette d'osier, au bout de laquelle on leur présentoit de la nourriture ; & donner lieu aux Charlatans d'assurer & au Peuple de croire que ces Automates distinguoient la nourriture qui leur étoit convenable.

Dans le bec de ces Automates étoient cachées des *Aiguilles aimantées*, qui par le moyen d'un très-léger mouvement sur certains Points fixes, pouvoient ouvrir ou fermer le bec de l'Automate. Dans la baguette d'osier, que l'on présentoit à ces mêmes Automates, étoit cachée de même une *autre Aiguille aimantée*.

Supposons que dans l'Automate, les Aiguilles aimantées aient leur pole nord, dans la partie antérieure du bec. En présentant le pole sud de la baguette, au pole nord de l'Automate : on attirera l'Automate, dont le bec s'ouvrira & semblera appéter la nourriture qu'on lui offre. En présentant le pole nord de la Baguette, au pole nord de l'Automate : on repoussera l'Automate, dont le bec ne s'ouvrira plus ; parce que les Aiguilles cachées dans le bec, ne tendent point vers la Baguette : l'Automate toujours reculant, semblera avoir en aversion la nourriture qui lui est présentée.

On conçoit par-là, combien de phénomenes ou de prestiges, on peut opérer par le moyen de l'Aimant naturel ou artificiel.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LES ÊTRES VIVANS.

1102. ASSERTION. *Le Fluide électrique paroît avoir*

beaucoup d'analogie avec le Fluide animal qui occasionne & nos Sensations & nos Mouvemens.

EXPLICATION. Quel que soit le *Siege de l'Ame humaine;* il est très-vraisemblable qu'elle réside dans quelque partie principale du Cerveau, d'où elle régit & gouverne le Corps qu'elle anime : soit que ce siege de l'Ame, soit le même pour tous les hommes; soit qu'il varie dans les différens Individus de l'espece humaine. (*Mét.* 1062 & 1063).

Quelle que soit cette partie du Cerveau, où est le siege & le trône de l'Ame humaine; il est certain qu'il y a un *Moyen de communication*, entre notre Ame & notre Corps : que ce Moyen de communication, transmet en un instant à notre Ame, les *Impressions* qui affectent notre Corps; & à notre Corps, les *Mouvemens* que commande notre Ame : que ce Moyen de communication, est un Fluide d'une subtilité & d'une vîtesse inconcevables, capable de transmettre son action en un instant infiniment court, du cerveau aux extrémités du corps; & des extrémités du corps, au cerveau.

Ce moyen de communication entre l'Ame & le Corps, ce Fluide d'une finesse & d'une rapidité inconcevables, c'est ce que l'on nomme l'*Esprit animal*, dont l'action produit ou occasionne & nos Sensations & nos Mouvemens. (*Mét.* 1250 & 1251).

Que d'analogie entre le Fluide animal, & le Fluide électrique! Bornons-nous à indiquer & à faire entrevoir *cette Analogie*, plutôt qu'à la suivre & à la dévoiler dans toute son étendue.

I°. Le Fluide électrique se porte en torrens infiniment rapides, à travers les substances les plus compactes & les plus déliées; & transmet son action instantanée, du point d'où il part, au terme plus ou moins éloigné où il aboutit. (1079).

La même chose arrive au Fluide animal, qui élancé en torrens plus ou moins abondans à travers les infinimens petits tuyaux des Fibres & des Nerfs, porte en un instant son impression & son impulsion, du cerveau aux extrémités du Corps; & des extrémités du corps au cerveau. Delà, nos diverses Sensations : delà, nos divers Mouvemens, libres ou nécessaires.

II°. Le Fluide électrique, dans les Corps électrisés, se met en jeu & en action, par le mouvement, par le frottement.

Le Fluide animal se met en jeu de même dans le Corps humain, par exemple, par le frottement, par le mouvement, par une certaine fermentation intestine des substances animales & végétales qui y entretiennent la vie.

Et quand ce mouvement intestin cesse avec la vie : le Fluide animal perd son jeu & son action dans ce Corps humain, lequel cesse d'avoir aucun principe interne de mouvement.

III°. Le Fluide électrique, entassé avec surabondance dans les Corps électrisés, jaillit quelquefois hors de leur sein en étincelles ou en éruptions spontanées, dont les impulsions sont plus ou moins violentes. (1072 & 1093).

Le Fluide animal ne produit-il pas souvent en nous des effets assez semblables, des mouvemens subits & involontaires; qui paroissent avoir pour cause quelque éruption insolite de ce Fluide moteur?

Ces *foudroyantes Apoplexies*, par où le Ciel épouvante si fréquemment notre siècle sans le rendre plus sage, ne pourroient-elles pas être le funeste effet d'une violente éruption de ce Fluide engorgé & accumulé dans ses canaux : éruption dont la Commotion, semblable au coup fulminant du Tonnerre, détruit quelquefois en un instant, les organes de la

vie ; & quelquefois se borne à altérer notablement ces organes, à les rendre inhabiles à recevoir ou à diriger le Fluide moteur? Delà, où la mort, ou la Paralysie.

IV°. Le Fluide électrique se transmet d'un Corps à l'autre, en torrens opposés & simultanés.

Le Fluide animal ne paroît-il pas aussi se transmettre souvent d'un Corps à l'autre, d'une maniere assez semblable? Delà, les *Maladies contagieuses*, telles que la Peste ; qui se communiquent par le contact ou par le voisinage. Delà peut-être aussi, ces transports ou ces *Effervescences de haine ou d'amour*, qu'excite quelquefois la présence de certains Objets, & qui n'ont pas lieu de même dans leur éloignement.

V°. En vertu de l'Electricité, certains Corps s'attirent, certains Corps se repoussent.

Ne pourroit-on pas soupçonner que l'action du Fluide animal, opere dans l'Homme quelques effets assez semblables ; qu'il occasionne des *Antipaties* & des *Sympaties naturelles*, auxquelles ne préside point la Raison?

Car, s'il y a des aversions & des affections que la Raison inspire & avoue : il y en a aussi dans lesquelles la Raison n'entre pour rien. Elle peut les approuver ou les improuver, elle peut en permettre ou en empêcher les effets : mais elle ne peut en empêcher l'existence, laquelle paroît être un effet purement mécanique.

PARAGRAPHE TROISIEME.

NATURE DU FLUIDE ÉLECTRIQUE.

1103. OBSERVATION. DES divers Phénomenes que nous venons d'observer & dans l'Electricité

artificielle & dans l'Electricité naturelle, il résulte évidemment que *le Fluide électrique est un des Agens généraux de la Nature.*

Il contribue à l'exaltation des Vapeurs & des Exhalaisons, à la formation de la plupart des Météores, à la Végétation des différentes especes de Plantes ; à la calcination & à la révivification, à la formation & à la décomposition de plusieurs Especes minérales, à l'action & vraisemblablement à la réproduction de tous les Etres quelconques, qui constituent le Regne animal.

Mais, en nous montrant partout & son existence & son action, il semble se plaire & s'obstiner à nous cacher en tout & partout & sa nature & son secret mécanisme ; & à s'envelopper de ténebres d'autant plus impénétrables à nos lumieres, qu'il se montre dans plus de phénomenes, qu'il se prête de jour en jour, à plus de découvertes.

PROPOSITION GÉNÉRALE.

1104. *Le Fluide électrique paroît n'être autre chose, qu'une Combinaison encore inconnue du Fluide igné & lumineux, avec différentes especes de Substances inflammables.*

EXPLICATION. D'après les divers Phénomenes que nous venons d'observer & dans l'Electricité artificielle & dans l'Electricité naturelle, tout nous porte à penser & à juger, & rien n'est plus conforme à la simplicité & au génie de la Nature ; qu'*il n'existe qu'une même & unique Matiere ignée :* Matiere toujours essentiellement la même, sous toutes les combinaisons dont elle est susceptible & qui semblent la diversifier de tant de façons différentes :

Et par conséquent, que le *Feu électrique*, qui se développe & dans l'Electricité artificielle & dans

l'Electricité naturelle, est réellement par sa nature & par son essence, le même que celui qui émane du Soleil avec la Lumiere, le même que celui qui se dégage des Corps combustibles dans nos Foyers, le même que celui que vomissent les Volcans, le même que celui qui s'échappe du sein des Nuées fulminantes : quelque diversité de caracteres & de propriétés, qu'il puisse prendre sous les différentes causes qui opérent ses différentes combinaisons.

I°. Un Fluide qui brille & qui éclaire, comme la Lumiere ; un Fluide dont l'action se transmet en un instant à de très-grandes distances, comme l'action de la Lumiere ; un Fluide auquel l'impulsion & le frottement donnent toutes les propriétés de la Lumiere, seroit-il autre chose pour le fonds des choses, que la *Lumiere elle-même* : laquelle ne paroît point être un Fuide distingué du Feu élémentaire ? (1051).

II°. Un Fluide qui, comme le Feu élémentaire, se trouve toujours répandu dans tous les Corps de notre Globe ; un Fluide qui, comme ce même Feu élémentaire, se communique d'un corps à l'autre, s'accumule avec surabondance dans ceux qui ne lui donnent pas la liberté d'en sortir, met en jeu & en action leurs parties inflammables, s'échappe de leur sein ou en torrens continus ou avec une subite & violente explosion, s'armant de parties étrangeres qui augmentent sa masse & son action : un tel Fluide auroit-il donc tant d'analogie avec le *Feu élémentaire*, sans avoir pour le fonds des choses, la même nature, la même essence, les mêmes constitutifs & les mêmes principes physiques ?

Le Fluide électrique paroît donc participer & de la nature du Feu élémentaire, & de la nature du Phlogistique, & de la nature des Substances volatiles qu'il emporte avec lui en s'échappant du sein des Corps. Comme *Feu élémentaire*, il brille, il éclai-

re, il brûle : quand il est excité & mis en jeu ou par le frottement, ou par le choc, ou par quelque autre cause qui le fait jaillir en torrens. Comme *Phlogistique*, il s'enflamme, il éclate, il pétille, il a des odeurs, il donne des couleurs & de nouvelles propriétés aux corps qu'il affecte. Comme *mêlé à différentes Substances volatiles & hétérogenes* qu'il entraîne, il se montre avec différentes nuances, relatives à la diversité des Corps d'où il émane.

C'est par là sans doute, que le Fluide électrique qui émane du sein des Substances vitrifiées, paroît différer assez notablement du Fluide électrique qui jaillit du sein des Substances résineuses : sans que le fonds primitif de ce Fluide, ait en lui-même une différente nature.

C'est par là aussi que le *Fluide animal*, qui paroît avoir une analogie très-marquée avec le Fluide électrique, peut différer très-notablement de ce dernier Fluide, dans les Etres vivans & animés. Le Feu élémentaire qui en forme le fonds & la base, entraîne du sein des différentes Especes & des différens Individus, des substances hétérogenes plus ou moins volatiles, plus ou moins abondantes, plus ou moins différentes ; qui lui donnent ou lui laissent plus ou moins d'énergie, plus ou moins de liberté & d'action.

III°. Quoique la *Lumiere*, le *Feu élémentaire*, & le *Fluide électrique*, ne soient pour le fonds des choses, qu'une seule & même Substance : cependant, comme cette unique Substance, comme cette Cause unique, est susceptible de différentes modifications & de différentes combinaisons ; on conçoit qu'elle peut mettre de *grandes différences dans ses Effets :* différences dont il sera toujours difficile à la Physique la plus attentive & la plus clair-voyante, de rendre raison.

L'expérience & la raison nous fournissent assez de lumieres, pour nous faire connoître l'*identité de*

ce

ce triple Principe ; & trop peu pour nous dévoiler toutes les dépendances de sa nature & de son action.

OBJECTIONS A RÉFUTER.

1105. OBJECTION I. Le Verre transmet facilement le Fluide lumineux, & ne transmet point de même le Fluide électrique : donc le Fluide lumineux & le Fluide électrique sont deux fluides totalement différens. Combien d'autres raisons & d'autres expériences ne pourroit-on pas apporter ; pour établir la même diversité de nature, entre le Fluide lumineux & le Fluide électrique !

RÉPONSE. Selon Franklin, le Verre est impénétrable au Fluide électrique ; en telle sorte que ce Fluide ne puisse pas passer d'une surface à l'autre par la route la plus courte, mais simplement en coulant parallelement de la surface extérieure, vers la surface intérieure ; & de la surface intérieure, vers la surface extérieure. Selon Nollet, cette imperméabilité du Verre, relativement au Fluide électrique, est une supposition contraire à l'expérience ; & les preuves qu'il en donne, & qu'il seroit inutile de rapporter ici en détail, nous paroissent assez décisives & assez con- convaincantes.

Mais il résulte toujours des expériences mêmes sur lesquelles on se fonde de part & d'autre dans ce conflit d'opinions, que le Verre qui transmet très-facilement le *Fluide lumineux*, ne transmet que très-difficilement le *Fluide électrique :* lequel passe avec bien plus d'aisance à travers les substances animales & métalliques, qu'à travers les substances vitrifiées. Ainsi, dans l'une & dans l'autre hypothese, l'Objection reste dans toute sa force ; & semble établir une diversité de nature, entre le Fluide lumineux & le Fluide électrique.

I°. Pour préparer d'un ſeul coup, une réponſe générale à toutes les difficultés que l'on peut faire naître à l'infini en ce genre : il ſuffira d'obſerver que la *diverſité des Modifications & des Combinaiſons*, ſemble ſouvent donner à une même Matiere, à un même Principe, une multiplicité de natures différentes.

Par exemple, le même Fluide, différemment modifié ou différemment combiné, n'eſt-il pas à la fois, Air, Vent, Son, Principe des corps ; ſans ceſſer d'être réellement une même ſubſtance, un même Principe ? Pourquoi le Fluide lumineux, différemment modifié ou combiné, ne pourroit-il pas être à la fois Lumiere, Feu élémentaire, Phlogiſtique, Matiere électrique.

II°. Quoique la Lumiere, le Feu élémentaire, & le Fluide électrique, paroiſſent être un ſeul & même Principe pour le fonds des choſes : il eſt certain que ce Principe unique a beſoin de ſe modifier différemment, pour briller, pour brûler, pour électriſer.

La modification qui le rend propre à briller, ne ſuffit pas toujours pour le rendre propre à brûler. La modification qui lui donne la propriété d'éclairer ou d'enflammer, n'eſt pas toujours la modification qui le rend électrique.

III°. Ce Principe unique, livré à la ſeule modification qui le rend lumineux, & qui paroît être un mouvement en ligne droite, enfile en liberté les pores alignés du Verre.

Ce même Principe, livré à la modification qui le rend électrique, (ſuppoſons que ce ſoit un mouvement tourbillonant), au lieu d'enfiler les pores alignés du Verre, reviendra ſur lui-même, après en avoir pénétré la premiere couche ; & tourbillonnera, du moins en grande partie, ſur la ſurface du

Verre, y entrant par l'embouchure d'un pore, & en ſortant à l'inſtant par l'embouchure d'un autre pore.

On conçoit par-là, qu'un même & unique Fluide, livré à cette double eſpece de modification, paſſera librement à travers le Verre dans le premier cas, & difficilement dans le ſecond cas. L'Objection que nous avons à réſoudre, ne démontre donc pas une duplicité de Principe, dans la matiere qui donne la lumiere, & dans la matiere qui donne l'électricité : puiſqu'elle peut abſolument n'y démontrer qu'une *duplicité de Modification* ; quoique nous ne connoiſſions pas la nature de cette double Modification.

IV°. Comme la Lumiere ou le Feu élémentaire, en ſe combinant avec différentes ſubſtances, devient le *Phlogiſtique* (1053) : ce même Principe, c'eſt-à-dire, la Lumiere ou le Feu élémentaire, en ſe combinant d'une autre maniere avec certaines autres ſubſtances, ne pourroit-il pas devenir la *Matiere électrique ?*

Dans cette ſuppoſition, qui ne préſente rien que de très-poſſible & de très-vraiſemblable, la même Matiere ſeroit *Lumiere & Feu élémentaire*, quand elle eſt en mouvement, pure & ſans mélange ; *Phlogiſtique*, quand elle eſt combinée avec certaines ſubſtances qui captivent ſa mobilité naturelle ; *Fluide électrique*, quand elle ſeroit combinée avec d'autres ſubſtances propres à ſe diſſiper en cauſant des attractions & des répulſions.

Par ce moyen, la même Eſpece de ſubſtance, le même Fluide, à raiſon de la *Diverſité de ſes états*, tantôt pur, tantôt combiné d'une maniere, tantôt combiné d'une autre maniere, préſenteroit des Phénomenes qui ſembleroient d'abord inconciliables, & qui paroîtroient ſuppoſer ou annoncer différentes cauſes : quoi-

que leur cause commune ne fût dans le fonds, qu'un même Fluide différemment modifié ou différemment combiné.

Donc, quoique nous ne puissions pas rendre une raison bien précise & bien lumineuse des différences que nous observons entre le Fluide igné & le Fluide électrique ; ces différences n'entraînent pas nécessairement une *multiplicité de Principes* : puisqu'elles peuvent n'avoir pour cause, qu'une multiplicité de Combinaisons & de Modifications, dans le même Principe ; ainsi que nous l'observerons & que nous l'expliquerons encore ailleurs. (1892 & 1893).

V°. Cette multiplicité de combinaisons & de modifications, dont est évidemment susceptible un *même & unique Fluide*, considéré tantôt comme Lumiere, tantôt comme Feu élémentaire, tantôt comme Phlogistique, tantôt comme Matiere électrique, suffira pour prévenir ou pour résoudre toutes les vaines Chicanes par où l'on voudroit prouver que les phénomenes de la Lumiere, les phénomenes du Feu, & les phénomenes de l'Electricité, ont pour Causes physiques, trois especes différentes de Fluides.

1106. OBJECTION II. Il y a plus de Fluide igné sur la Terre, en été qu'en hiver ; & cependant l'Electricité se déploie avec bien plus d'énergie en hiver dans un tems sec & froid, qu'en été dans un tems chaud. L'Electricité n'a donc point pour cause, le le Fluide igné : puisqu'un effet est toujours proportionnel à sa cause (311). Donc le Fluide électrique, & le Fluide igné ou lumineux, sont deux Fluides différens.

RÉPONSE. L'Electricité est l'effet d'une Cause mécanique, d'une Matiere en mouvement : effet qui est toujours le Produit d'une masse par une vîtesse. Mais un moins de masse, ne peut-il pas aisément être com-

pensé avec avantage, par un plus de vîtesse? Donc, quoiqu'il y ait peut-être plus de Fluide électrique dans les Corps, en été qu'en hiver : il ne s'ensuit pas delà, que l'action de ce Fluide doive être toujours proportionnelle à sa quantité.

I°. En hiver, dans un tems sec & froid, les pores du Corps que l'on électrise, de Verre, par exemple, sont moins ouverts. Ils donnent donc une moins facile issue au Fluide électrique que ce Corps contient dans son sein; & ce Fluide se trouvant plus long-tems exposé à l'action de la Cause qui le met en jeu, s'échappe à la fin, armé de toute la force dont il est susceptible.

En été, au contraire, les pores étant plus ouverts; le Fluide électrique cede aux premieres impulsions qui le pressent; & s'échappe avant d'avoir eu le tems de multiplier ses forces, & d'accumuler, pour ainsi dire, son action.

II°. Dans un tems humide, l'Electricité a peu de force : parce que l'Electricité, qui doit toujours naître primitivement d'un Corps électrisable par frottement, trouve alors un obstacle à son développement, dans l'humidité que contracte inévitablement le *Corps électrisant* : l'Eau qui est très-propre à s'électriser par communication, ne s'électrisant point par frottement.

III°. Selon l'idée que nous avons donnée du *Fluide électrique*, ce Fluide n'est, ni simplement le Fluide lumineux, ni simplement le Fluide igné, pur & sans mélange; mais une combinaison du Fluide lumineux ou du Fluide igné, avec les substances les plus volatiles & les plus inflammables des Corps terrestres.

Quand on électrise un Corps par voie de frottement; on dégage & on met en jeu, le Fluide igné, logé & interposé dans les pores du Corps perélectrique & du Corps abélectrique, qui essuient le frot-

tement réciproque : on dégage & on met en jeu les substances les plus volatiles & les plus inflammables, qui entrent dans la composition de ces mêmes corps : on donne lieu à de nouvelles combinaisons entre le Fluide igné & les différens Fluides que dégage & que met en jeu le frottement. Delà, un *nouveau Fluide en action ;* lequel s'entasse & s'accumule avec surabondance dans l'intérieur & dans la surface du Corps électrisé, autour duquel il forme une espece d'*Atmosphere accidentelle & passagere*, qui s'étend plus ou moins loin ; selon la nature & la disposition du Corps qui en est la source & qui en est comme la base.

Quand on électrise un Corps par voie de communication : le Fluide électrique, déjà mis en jeu & en action dans le Corps électrisé, se porte en torrent & s'accumule, avec surabondance dans le Corps qui le reçoit ; y dégage, y met en mouvement & le Fluide igné & les Substances volatiles & inflammables *qu'il y rencontre*. Delà, dans le Corps électrisé par communication, une électricité plus active & plus énergique, que dans le Corps électrisé par frottement.

IV°. Il est certain que l'Electricité a lieu dans l'Atmosphere terrestre : où elle opere les grands phénomenes du Tonnerre & de toutes ses dépendances. Mais comment & par quel mécanisme physique, s'électrise ainsi l'Atmosphere ou une portion de l'Atmosphere.

Pour que deux Nuées ou deux portions d'une même Nuée s'électrisent, Nollet n'exige que le frottement de l'une contre l'autre ; & cette idée n'a évidemment rien d'opposé aux lumieres que nous donne l'Expérience & la Raison sur l'origine & sur la nature des Phénomenes électriques.

L'Air est un *Corps perséléctrique :* puisque l'air, ainsi que le verre, la cire d'Espagne, la résine, ne s'élec-

triſe pas par communication. Les Vapeurs & les Exhalaiſons ſont des *Corps abélectriques* : puiſque les Vapeurs ne ſont qu'une eau atténuée, ſubſtance qui s'électriſe très-bien par communication ; & que les Exhalaiſons ne ſont également, du moins pour la plupart, que des portions attenuées de ſubſtances très-électriſables par communication.

Ainſi, puiſque du frottement entre un Corps perſélectrique, tel qu'un Globe de verre, & un Corps abélectrique, tel que la main d'un homme, nous voyons naître dans ce Globe une électricité plus ou moins grande : pourquoi ne pourrions-nous pas ſuppoſer, avec toute la vraiſemblance poſſible, que du frottement entre un Corps perſélectrique, tel que l'Air, & des Corps abélectriques, tels que les Vapeurs & les Exhalaiſons, naiſſe l'électricité que nous voyons briller, éclater, & fulminer dans une Nuée ; laquelle n'eſt autre choſe qu'un immenſe volume d'air, de vapeurs, & d'exhalaiſons ?

V°. L'Electricité céleſte ſe déploie plus fréquemment & plus énergiquement en été qu'en hiver : parce que le Fluide igné, qui eſt toujours la baſe fondamentale & le principe dominant du *Fluide électrique*, eſt plus abondant & plus actif ſur la ſurface & dans l'atmoſphere de la Terre, en été qu'en hiver ; & que dans cette premiere ſaiſon, il s'exhale du ſein de la Terre & du ſein des différens Corps qui végetent ſur ſa ſurface, une plus abondante quantité de Subſtances volatiles & inflammables, propres à ſe combiner avec le Fluide igné & à devenir Fluide électrique, au ſein des Nuées.

VI°. En genre d'Electricité, il eſt plus facile de multiplier les Volumes, que d'étendre les Connoiſſances. En rapportant un plus grand nombre d'Expériences, en nous appeſantiſſant ſur l'explication d'une foule de petites nouvelles Découvertes, en nous atta-

chant à répondre en détail à une longue suite de Difficultés que l'on pourroit faire naître contre l'Opinion que nous venons d'expliquer & d'établir : nous n'aurions à la fin, ni écarté plus de nuages, ni donné plus de lumiere.

Un Sujet qui n'est susceptible que de conjectures & de probabilités, tel que *la nature* du Fluide qui produit les Phénomenes électriques, peut fournir matiere à d'interminables Disputes, dont la conviction, fruit de l'évidence ou de la certitude, ne sera jamais le terme. *La Dispute pourroit être encore fort longue*, a dit un Sage : *donc il faut qu'elle finisse.*

RÉSULTAT DE LA THÉORIE DE LA LUMIERE.

1107. CONCLUSION. Un Fluide infiniment subtil nous éclaire : c'est la *Matiere lumineuse*, objet des deux premieres Sections de ce sixieme Traité. Un Fluide infiniment subtil nous échauffe : c'est la *Matiere ignée*, objet de la troisieme Section du même Traité. Un Fluide infiniment subtil agite & électrise quelquefois & peut-être toujours la Nature matérielle autour de nous : c'est la *Matiere électrique*, objet de la derniere Section de ce même Traité.

Ces trois Fluides paroissent n'être au fonds qu'*un même Fluide*, auquel une diversité de Modifications & de Combinaisons donne des propriétés différentes : tel est le résultat des deux dernieres Sections du même Traité.

I°. En roulant sans cesse sur son centre & sur son axe, & en fermentant intérieurement dans toute sa substance solide ou fluide, un Globe immensement grand & immensement électrisé, le *Soleil*, darde constamment & persévéramment de son sein & du centre sensible du Monde planétaire, d'immenses torrens d'une Matiere infiniment subtile & infiniment rapide, qui éclaire, échauffe, & électrise à la fois,

la Nature visible : voilà ce que nous apprennent en ce genre, les Observations expérimentales.

II°. Mais, après avoir observé que le *grand Flambeau de notre Monde planétaire*, est la source primitive & indéfectible de la Lumiere, du Feu élémentaire, du Fluide électrique : n'oublions point qu'ici commence & finit toute la *théorie des Influences solaires*; & que tout ce que nous pourrions ajouter à cette théorie, seroit pur systême, rêve creux, dont notre siecle est infiniment dégoûté, & avec raison; ainsi que nous l'avons observé dans la Préface de cet Ouvrage.

L'irradiation permanante du Soleil, éclaire, échauffe, électrise la Terre & les autres Planetes : voilà son action réelle, sa vraie influence. Mais cette même irradiation permanante ne produit point la pesanteur des Corps, le mouvement curviligne des Planetes & des Cometes, le flux & le reflux de la Mer, & mille autres phénomenees, avec lesquels elle n'a rien & ne peut rien avoir de commun.

III°. Pour généraliser le *Systême des Influences solaires*; en vain feroit-on revivre, avec quelques modernes Physiciens, tous les vieux Systêmes tombés en discrédit : tels que la fable d'un Feu central, renouvellée sous le nom de Sphere ignée fondamentale; tels que le Plein de Descartes, entrelardé arbitrairement d'une quantité indéterminée de petits Vides; tels que la Radiation de Leibnitz, présentée sous un jour moins philosophique. (1399 & 1438).

Envain ajouteroit-on à tout cela, la chimere d'un Balancement solaire, sans cause & sans filiation; la chimere d'une infinité d'Atmospheres persévéramment répandues autour des Corps, immiscibles entre elles & immiscibles avec l'Athmosphere terestre; la chimere d'un Fluide universel, distingué du feu & de tous les fluides antérieurement connus; & ainsi du reste.

De toute cette discordante complication de Principes, ne résultera jamais le mouvement curviligne des Planetes & des Cometes, l'ordre & la permanance de la Nature visible, la fluidité, la solidité, la pesanteur, l'élasticité des Corps. Et si, dans un tel Systême, on explique tout, comme l'on s'est flatte: nous osons annoncer & assurer au Public, que les différentes Explications que l'on y donnera des choses, seront toutes à peu près aussi solides & aussi satisfaisantes, que celle que donne Sganarelle ou le Médecin malgré lui dans Moliere; quand après un déluge de Mots comiquement scientifiques, qui ne signifient rien, mais qui en imposent à l'Ignorance, il conclut gravement: *Et voilà justement pourquoi votre Fille est muette.*

Au spectacle du *Globe terrestre* & de toutes ses dépendances, nous allons faire succéder le spectacle plus sublime & non moins intéressant, de ces *Globes immenses* qui roulent ou qui paroissent rouler sur nos têtes; & avec lesquels nous met heureusement en communication le Fluide lumineux dont nous venons de donner l'intéressante Théorie.

FIN DU TROISIEME VOLUME.

Pages.	Lignes.	FAUTES A CORRIGER.	
		FAUTES.	LISEZ.
63	2	toutes Attractions	toutes les Attractions
88	29	vingt Familles	vingt-deux Familles
151	14	eſt néceſſairement	eſt néceſſaire
198	34	Elles ſe diſtendent,	Elles ſe détendent
229	25	fournit le Fluide:	fournit ce Fluide:
230	27	qu'on a ménagées	qu'on a ménagés
242	7	le Spath ſélénitieux	le Spath ſéléniteux
251	1	des deux premieres.	des deux premiers.
305	24	les plus près,	les uns plus près,
328	31	égale au volume	égal au volume
339	17	649. PROBLÊME III.	645. PROBLÊME III.
360	32	telles ſont celles	telles que ſont celles

FAUTES A CORRIGER.

Pages.	Lignes.	Fautes.	Lisez.
21	20	d'un autre lieu P	d'un autre lieu B
30	3	le nom du Pole	le nom de Pole
63	13	sa position positive	sa position relative
88	22	cette même Etoile *x*,	cette même Etoile *y*,
91	16	*Mutation de l'axe*	*Nutation de l'axe*
126	24	de son axe D P B.	de son axe D P F.
179	22	d'environ un tiers	d'environ un sixieme
242	25	trois mille fois	3600 fois
313	1	d'occident en orient,	d'orient en occident,
329	14	*plus longs*	*plus long*
346	15	de l'axe des poles	de l'axe & des poles
357	11	la ligne qui suit	la ligne que suit
413	31	à l'*Axe au Globe*	à l'*Axe du Globe*
497	4	conséquences. (*Fig.* 63).	conséquences. (*Fig.* 53).
562	8	les porter sensiblement	les porter insensiblement
599	9	découler quelque Cause	découler de quelque Cause
636	23	qui tourne vers elle,	qui est tourné vers elle,

Dans le *cinquieme Volume suivant*, ou dans la Théorie des nouvelles Découvertes en genre de Physique & de Chymie :

Page 56, ligne 5 : au lieu de 1524, *lisez* 1524. II°.

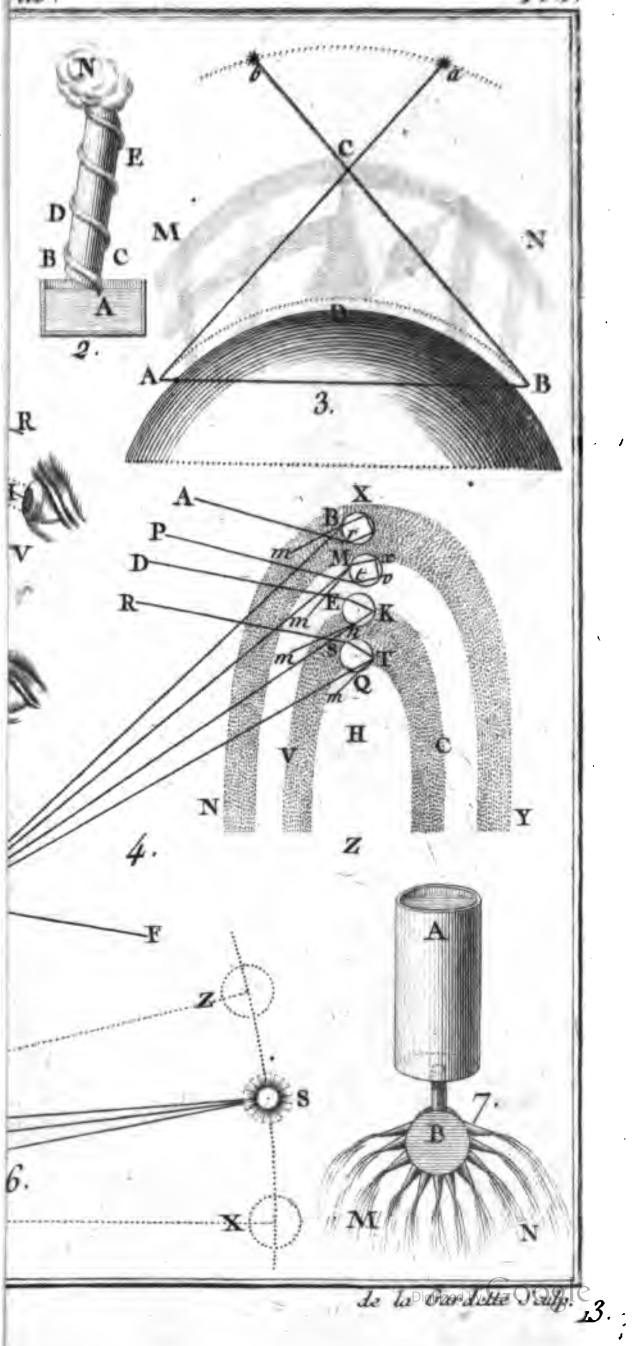
Page 512, ligne 17 : au lieu de 1858. II°. *lisez* 1857. II°.

Dans le même Volume, page 556, ont été oblitérées sous la presse, les deux suivantes *Additions marginales* ; qui découpées ici, pourroient aisément être colées en leur lieu & place.

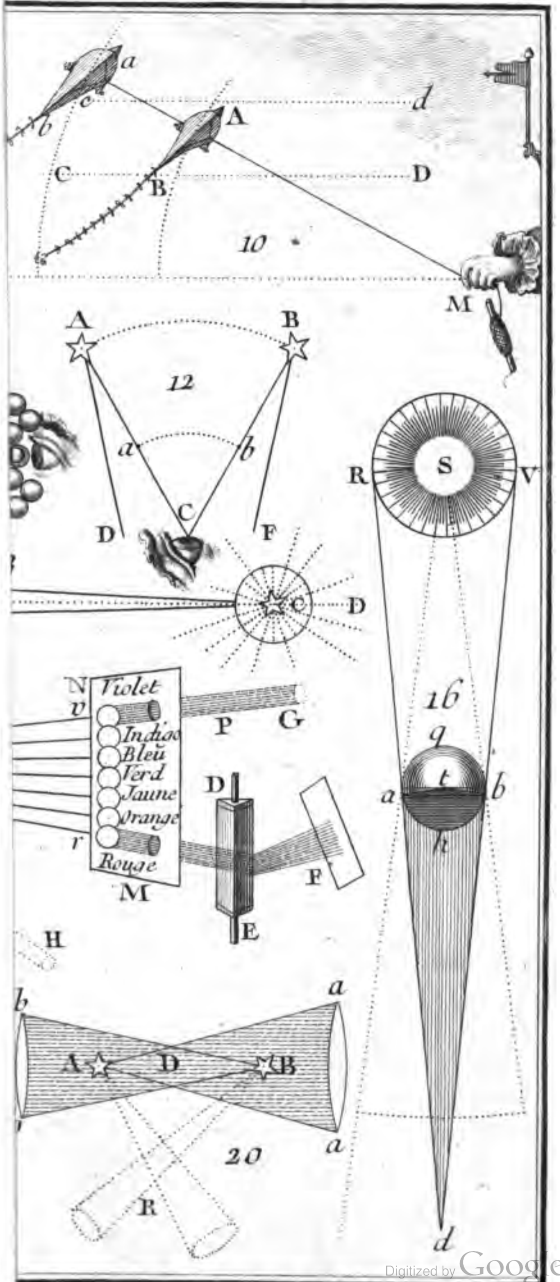
En marge, à côté de lignes 3 & 4 :	Electricité négative.
En marge, à côté des lignes 33 & 34 :	Phénomene du Fil pendulaire.

FAUTES A CORRIGER.

Pages.	Lignes.	Fautes.	Lisez.
36	31	partie réfléchie	partie est réfléchie
39	36	la couleur en K,	cette couleur en K.
79	31	environ 1400 fois	environ 14000 fois
117	23	qu'elle est plus près & plus fortement	qu'elle est plus ou moins fortement
124	29	d'environ d'un demi	d'environ un demi
132	35	sorbe l'attention	absorbe l'attention
141	24	& qui n'existe pas	& qui n'existent pas
190	28	cet Arc AB ou BC	cét Arc AB ou CD
310	8	point rendus vroient	point où devroient
310	9	où déconvergens	rendus convergens
339	6	l'image *t b a* sera	l'image F *b a* sera
481	20	Corps abélectriques,	Corps perséléctriques,



de la Gardette Sculp.



de la Gardette Sculp.

22.

M
D
A
N

R M A
C
b
N a
D O B

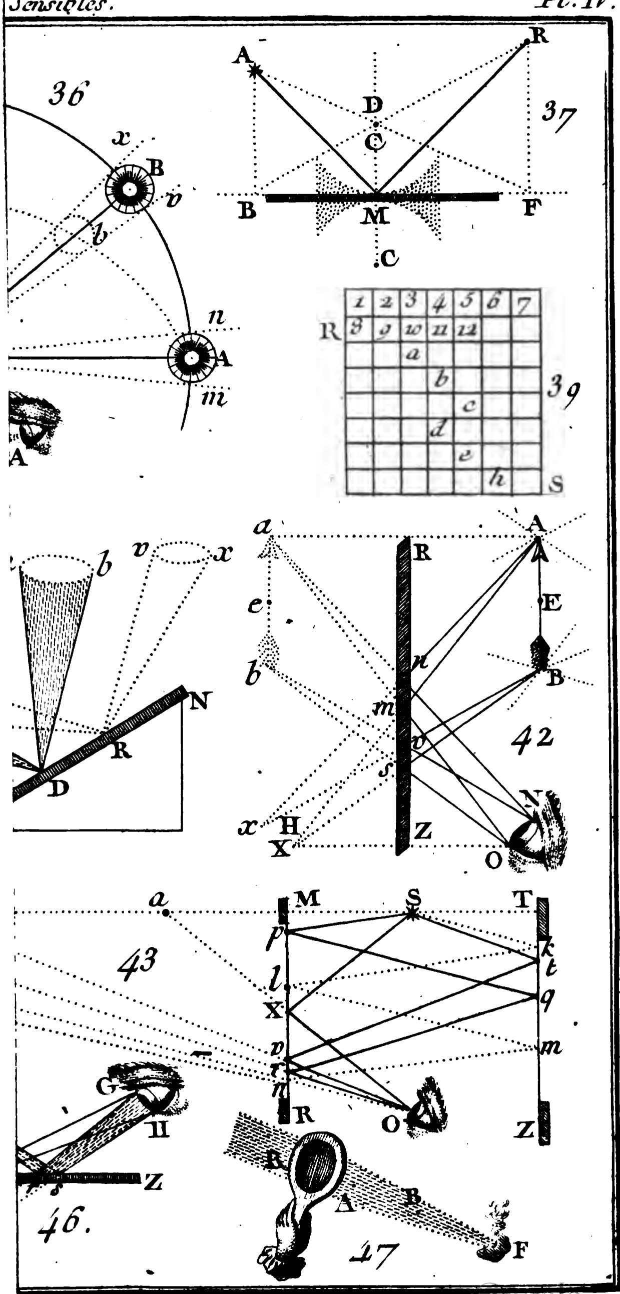
M 1 2 3 4 5 N
26.
A B
1 2 3 4 5 S

N
28.
T V
d
S a n C C
d b
a
S
n
m
M

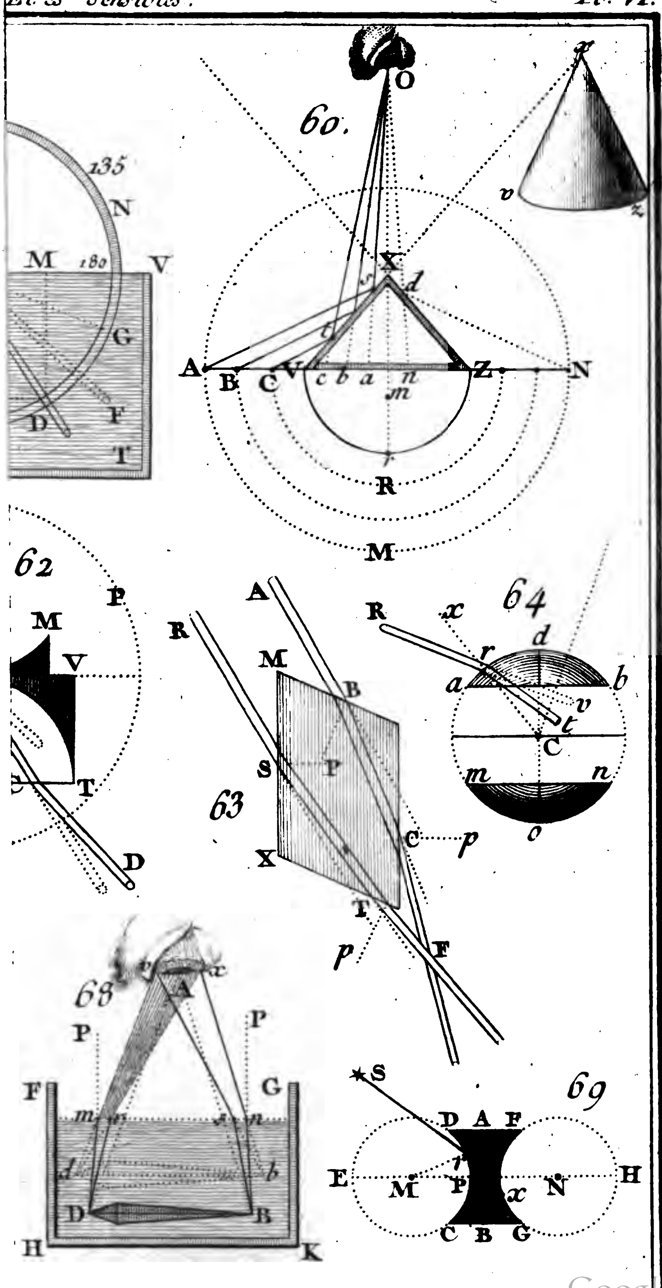
A
S
B

b
S
34.
a D N
A
E c
a
B M

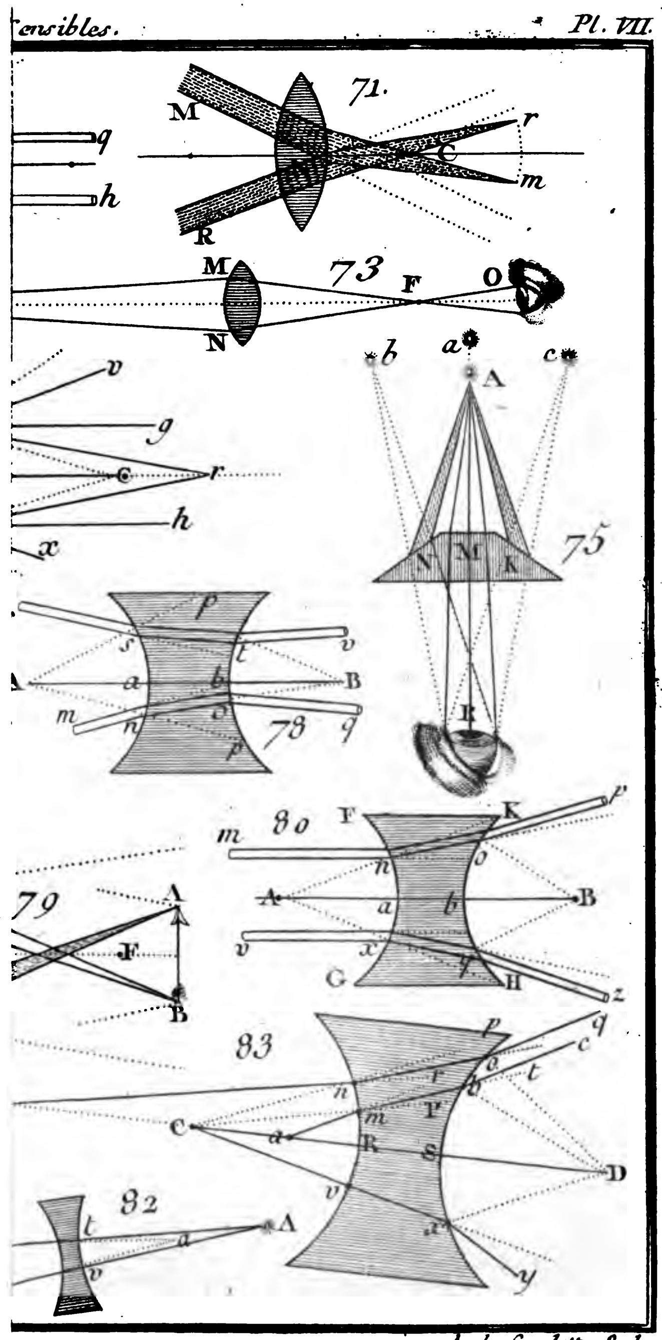
de la Gardette Sculp.


36
x
B
v
b
n
A
m
A
37
A
R
D
C
B
M
F
C
39
1 2 3 4 5 6 7
R 8 9 10 11 12
a
b
c
d
e
h
S
b
v
x
N
R
D
a
e
b
x
H
X
R
n
m
v
s
Z
A
E
B
42
N
O
a
43
M
S
T
p
l
X
v
r
n
R
k
t
q
m
Z
O
G
H
Z
46.
R
A
B
F
47

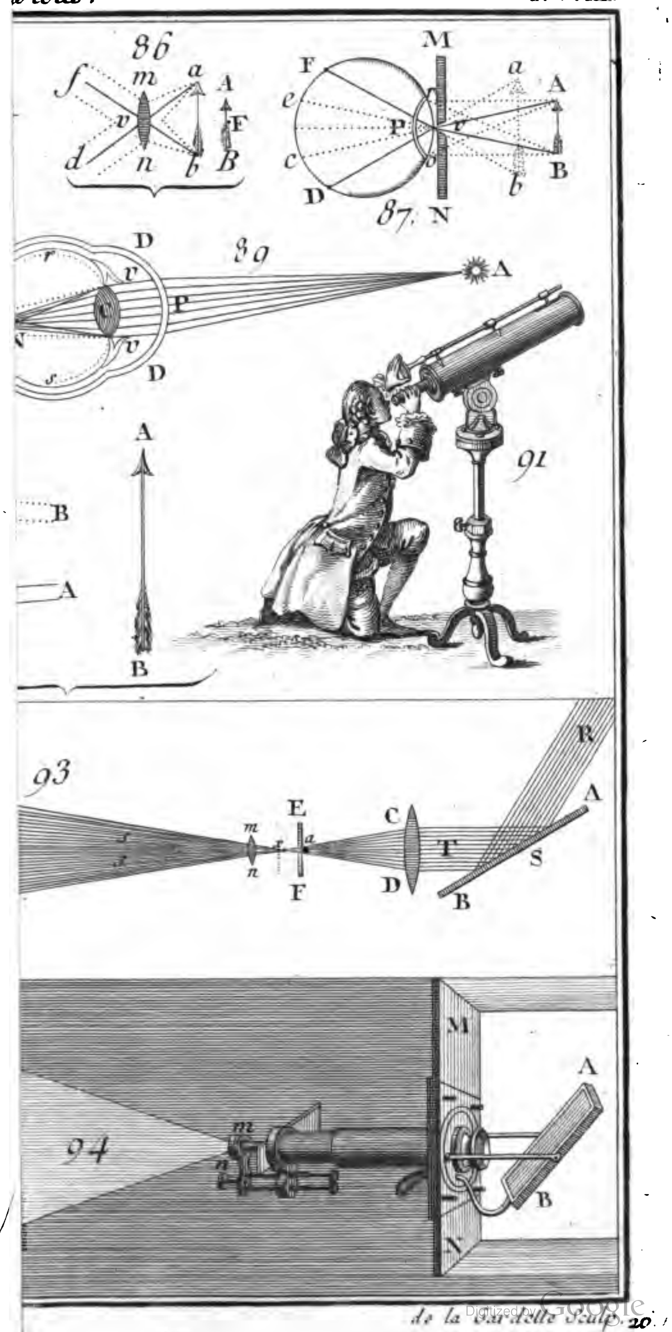
de la Gardette Sculp.



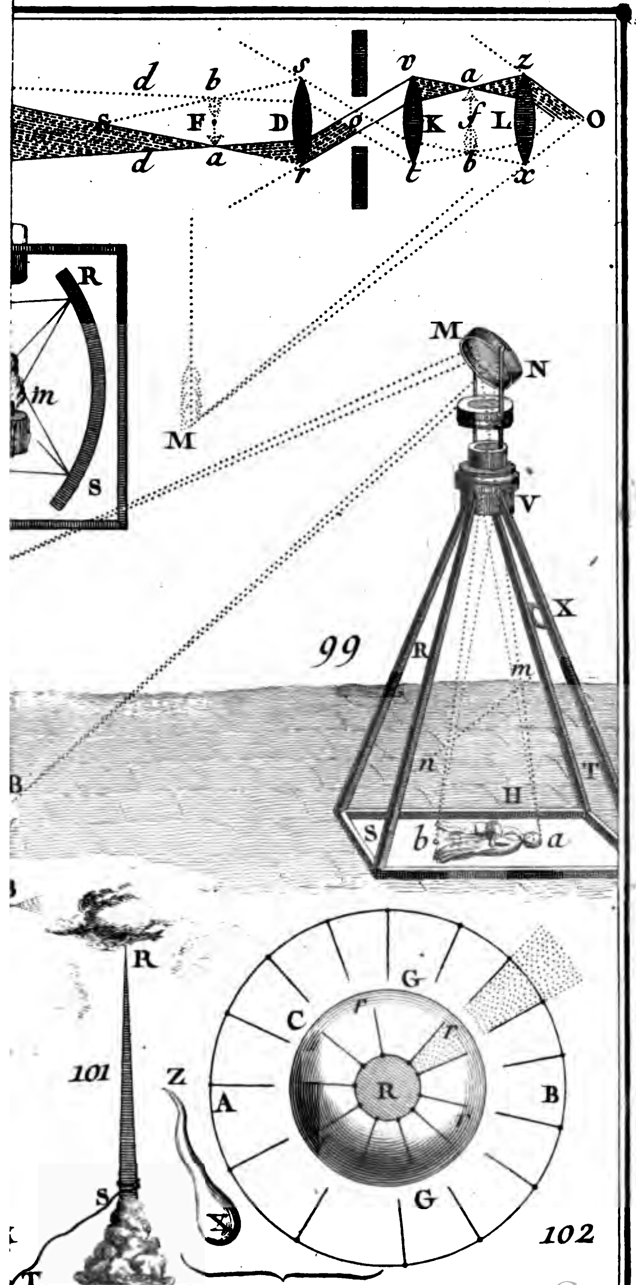
de la Gardette Sculp.



de la Gardette Sculp.



de la Gardette Sculp. 20



de la Gardelle Sculp.

104.

...lescope de Newton.

106.

107.

108.

109.

Benard Sculp.

